

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-284798

(43)Date of publication of application : 31.10.1997

.....
(51)Int.Cl. H04N 9/68

H04N 9/07

H04N 9/67

.....
(21)Application number : 08-092545 (71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 15.04.1996 (72)Inventor : TSURUOKA TAKEO

.....
(54) SIGNAL PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct the high frequency component of a color signal with high accuracy by separating the signal into a high frequency component and a low frequency component depending on the quantity of signal information.

SOLUTION: Three RGB signals from an input section 101 are transferred respectively to R, G, B signal buffers 102, 103, 104 respectively under the control of a control section 115. The G signal is transferred to a wavelet conversion section 105, where it is converted and outputted to G signal low frequency and high frequency buffers 106, 107 while being separated into low and high frequency components. Then R, B signal correlation coefficient calculation sections 108, 109 calculate a correlation coefficient between the low frequency component and a signal denoting a spectral sensitivity characteristics with less information amount, and R, B signal high frequency

generating sections 110, 111 generate the high frequency component of the signal denoting the spectral sensitivity characteristic with less information quantity. Then the high frequency component and the signal denoting the spectral sensitivity characteristics are synthesized and the result is given to R, B signal inverse wavelet conversion sections 112, 113, from which signals with high definition are outputted.

.....
LEGAL STATUS [Date of request for examination] 14.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3670754

[Date of registration] 22.04.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics A frequency decomposition means to decompose the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of

information into a low-frequency component and a high frequency component, A correlation coefficient calculation means to compute a correlation coefficient between the low-frequency component obtained from this frequency decomposition means, and the signal of the spectral sensitivity characteristic with little amount of information, The correlation coefficient obtained from this correlation coefficient calculation means, and a RF generation means by which amount of information generates the high frequency component of the signal of little spectral sensitivity characteristic based on the high frequency component obtained from said frequency decomposition means, The signal processor characterized by providing a frequency synthesis means to compound the signal of the spectral sensitivity characteristic with little the high frequency component and amount of information which were acquired from this RF generation means, and to output a high definition output signal.

[Claim 2] In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics A frequency decomposition means by which distribution decomposes a signal into two or more frequency components by making a local function into a basis function, The frequency component corresponding to the first predetermined field of the signal of the spectral sensitivity characteristic with the multiplier of two or more frequency components obtained from this frequency decomposition means to amount of information [much], Between the frequency components of the first predetermined field obtained from an extract means to extract the frequency component corresponding to the second predetermined field of the signal of other spectral sensitivity characteristics with little amount of information, and this extract means, and the second predetermined field A similarity calculation means to compute the degree of similarity, and a retrieval means to search said first predetermined field where similarity is the highest to said second predetermined field based on the degree of the similarity acquired from this similarity calculation means, A RF generation means to generate the high frequency component of said second predetermined field based on the degree of similarity from the high frequency component about said first predetermined field obtained from this retrieval means, The signal processor characterized by providing a frequency synthesis means to compound the signal of the spectral sensitivity characteristic with little the high frequency component and amount of information which were acquired from this RF generation means, and to output a high definition output signal.

[Claim 3] In the signal processor which processes a signal with more amount of

information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics A frequency decomposition means to decompose the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a low-frequency component and a high frequency component, As opposed to the high frequency component decomposed by this frequency decomposition means size from 1 The RF emphasis means which carries out the multiplication of the becoming multiplier alpha, An error calculation means by which the signal which compounds the high frequency component emphasized with this RF emphasis means and said low-frequency component, and is acquired computes the rate of having deviated from the predetermined range, The signal processor characterized by providing the control means which controls the value of said multiplier alpha based on the calculation result by this error calculation means.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention carries out frequency decomposition of the inputted signal by the spectral sensitivity characteristic about a signal processor, and it is related with the signal processor which acquires a higher definition signal by using the high frequency component of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information for presumption of the high frequency component of other spectral sensitivity characteristics with little amount of information.

[0002]

[Description of the Prior Art] The picture input device using a veneer type image sensor cheap and lightweight in recent years has spread. In such a veneer type image sensor, in order to acquire the color information on a photographic subject from the image sensor of one sheet, the color filter is arranged in the shape of a mosaic on a light-receiving side. the cyanogen (Cy) for which drawing 18 is generally used, a Magenta (Mg), yellow (Ye), and Green -- arrangement of the complementary color mosaic filter of (G) is shown.

[0003] They are Y_0 , n , Y_0 , $n+1$, and a color-difference signal about the luminance signal

on drawing 18 and corresponding to n lines of the even number field, and n+1 line Co, n, Co, and n+1 It carries out. They are Ye, n, Ye, n+1, and a color-difference signal about the luminance signal similarly corresponding to n lines of the odd number field, and n+1 line Ce, n, Ce, and n+1 These signals are shown by the degree type when it carries out.

[0004]

$$Y_{0,n} = Y_{0,n+1} = Y_{e,n} = Y_{e,n+1} = 2R + 3G + 2B \quad (1)$$

$$C_{0,n} = C_{e,n} = 2R - G \quad (2)$$

$$C_{0,n+1} = C_{e,n+1} = 2B - G \quad (3)$$

However, Cy, Mg, and Ye are shown by the degree type using Green (G), red (R), and blue (B).

[0005]

$$C_y = G + B \quad (4)$$

$$M_g = R + B \quad (5)$$

$$Y_e = R + G \quad (6)$$

(1) As shown in a formula, a luminance signal is generated in all Rhine of the even number field and the odd number field. On the other hand, as shown in (2) and (3) types, two color-difference signals are not generated for every line, but Rhine which is missing with interpolation is compensated with them. The three primary colors of R, G, and B can be obtained by performing matrix operation after this. By such approach, a chrominance signal will have only one half of amount of information to a luminance signal.

[0006] On the other hand, JP,5-56446,A does not perform simple interpolation only with a color-difference signal as mentioned above, but is indicating the approach of amending a color-difference signal using the component of a luminance signal. That is, it is each low-frequency component Ylow by processing a luminance signal Y and a chrominance signal C with a low pass filter. Clow It obtains, and as shown below using this, chrominance-signal C' after amendment is expressed.

[0007]

$$C' = Y (C_{low}/Y_{low}) \quad (7)$$

This means that color-difference-signal C' after amendment is what amended the luminance signal, and is replaced.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the above mentioned conventional technique cannot respond about the point of amendment of a chrominance signal highly precise only by compensating with the chrominance signal in 1st being what amended linear interpolation and a luminance signal, and permuting.

[0009] The conventional technique described above to the 2nd cannot interpolate a chrominance signal using a contiguity pixel, or it is only compensating with the chrominance signal in being what amended the luminance signal on the same coordinate, and permuting, and it can respond neither about the case where the continuity of a signal is spoiled with an edge etc., nor the case where functionality with a luminance signal is low.

[0010] By being what amended linear interpolation and a luminance signal, and permuting, it is only compensating with the chrominance signal and the conventional technique described above to the 3rd cannot respond about the point of generating the high frequency component beyond an input signal.

[0011] The signal processor of this invention is made paying attention to such a technical problem, and the 1st purpose is to offer the signal processor which can amend the high frequency component of a chrominance signal with high degree of accuracy.

[0012] Moreover, the 2nd purpose is to offer the signal processor which can amend the high frequency component of a chrominance signal, when a continuity is spoiled, or even when functionality is low. Moreover, the 3rd purpose generates the high frequency component beyond an input signal, emphasizes contrast, and is to offer the signal processor with which a good output signal is acquired visually.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the 1st above mentioned purpose, the signal processor concerning the 1st invention In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics A frequency decomposition means to decompose the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a low-frequency component and a high frequency component, A correlation coefficient calculation means to compute a correlation coefficient between the low-frequency component obtained from this frequency decomposition means, and the signal of the spectral sensitivity characteristic with little amount of information, The correlation coefficient obtained from this correlation coefficient calculation means, and a RF generation means by which amount of information generates the high frequency component of the signal of little spectral sensitivity characteristic based on the high frequency component obtained from said frequency decomposition means, A frequency synthesis means to compound the signal of the spectral sensitivity characteristic with little the high frequency component and amount of information which were acquired from this RF generation means, and to

output a high definition output signal is provided.

[0014] In order to attain the 2nd above mentioned purpose, moreover, the signal processor concerning the 2nd invention In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics A frequency decomposition means by which distribution decomposes a signal into two or more frequency components by making a local function into a basis function, The frequency component corresponding to the first predetermined field of the signal of the spectral sensitivity characteristic with the multiplier of two or more frequency components obtained from this frequency decomposition means to amount of information [much], Between the frequency components of the first [said] predetermined field obtained from an extract means to extract the frequency component corresponding to the second predetermined field of the signal of other spectral sensitivity characteristics with little amount of information, and this extract means, and said second predetermined field A similarity calculation means to compute the degree of similarity, and a retrieval means to search said first predetermined field where similarity is the highest to said second predetermined field based on the degree of the similarity acquired from this similarity calculation means, A RF generation means to generate the high frequency component of said second predetermined field based on the degree of similarity from the high frequency component about said first predetermined field obtained from this retrieval means, A frequency synthesis means to compound the signal of the spectral sensitivity characteristic with little the high frequency component and amount of information which were acquired from this RF generation means, and to output a high definition output signal is provided.

[0015] In order to attain the 3rd above mentioned purpose, moreover, the signal processor concerning the 3rd invention In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics A frequency decomposition means to decompose the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a low-frequency component and a high frequency component, As opposed to the high frequency component decomposed by this frequency decomposition means size from 1 The RF emphasis means which carries out the multiplication of the becoming multiplier alpha, An error calculation means by which the signal which compounds the high frequency component emphasized with this RF

emphasis means and said low-frequency component, and is acquired computes the rate of having deviated from the predetermined range, and the control means which controls the value of said multiplier alpha based on the calculation result by this error calculation means are provided.

[0016] That is, the signal processor concerning the 1st invention decomposes the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a low-frequency component and a high frequency component with a frequency decomposition means first among two or more spectral sensitivity characteristics in the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics. Next, a correlation coefficient is computed with a correlation coefficient calculation means between the low-frequency component obtained from this frequency decomposition means, and the signal of the spectral sensitivity characteristic with little amount of information, and a RF generation means generates the high frequency component of the signal of the spectral sensitivity characteristic with little amount of information based on the correlation coefficient obtained from this correlation coefficient calculation means, and the high frequency component obtained from said frequency decomposition means. And the signal of the spectral sensitivity characteristic with little the high frequency component and amount of information which were acquired from this RF generation means is compounded with a frequency synthesis means, and a high definition output signal is outputted.

[0017] Moreover, the 2nd invention decomposes a signal into two or more frequency components with a frequency decomposition means by making a function with first local distribution into a basis function among two or more spectral sensitivity characteristics in the signal processor with which the amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic processes more signals than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics. Next, an extract means extracts the frequency component corresponding to the first predetermined field of the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information, and the frequency component corresponding to the second predetermined field of the signal of other spectral sensitivity characteristics with little amount of information from the multiplier of two or more frequency components obtained from this frequency decomposition means. Next, between the frequency components of the first predetermined field obtained from this extract means, and the second predetermined field, the degree of similarity is computed with a similarity

calculation means, and a retrieval means searches for the first predetermined field where similarity is the highest to the second predetermined field based on the degree of the similarity acquired from this similarity calculation means. And the signal of the spectral sensitivity characteristic with little the high frequency component and amount of information which generated the high frequency component about the first predetermined field obtained from this retrieval means with the RF generation means, and were acquired [high frequency component] from this RF generation means in the high frequency component of the second predetermined field based on the degree of similarity is compounded with a frequency synthesis means, and a high definition output signal is outputted.

[0018] Moreover, the 3rd invention carries out the multiplication of the multiplier alpha which the amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic becomes from the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics from 1 size with a RF emphasis means among two or more spectral sensitivity characteristics to the high frequency component which decomposed the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into the low-frequency component and the high frequency component with the frequency decomposition means first, and was decomposed by this frequency decomposition means in the signal processor which processes many signals. Next, the high frequency component emphasized with said RF emphasis means and said low-frequency component are compounded with an error calculation means, and the compounded signal computes the rate of having deviated from the predetermined range. And based on the calculation result by this error calculation means, the value of said multiplier alpha is controlled by the control means.

[0019]
 [Embodiment of the Invention] Below, with reference to a drawing, the operation gestalt of this invention is explained at a detail. Drawing 1 is drawing showing the configuration of the 1st operation gestalt of this invention. The input sections 101, such as a TV camera, are connected to the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for B signals, and the buffer 104 for G signals in drawing 1 . The output of the buffer 104 for G signals is connected to the buffer 106 for G signal low frequency, and the buffer 107 for G signal high frequency through the wavelet transform section 105. The output of the buffer 106 for G signal low frequency is connected to R signal correlation coefficient calculation section 108 and B signal correlation coefficient calculation section 109, and the output of the buffer 107 for G signal high frequency is connected to R signal high frequency generation section 110 and B signal high frequency generation section 111. The output of the buffer 102 for R signals is connected

to R signal correlation coefficient calculation section 108 and R signal reverse wavelet transform section 112, and the output of the buffer 103 for B signals is connected to B signal correlation coefficient calculation section 109 and B signal reverse wavelet transform section 113.

[0020] R signal correlation coefficient calculation section 108 is connected to R signal high frequency generation section 110, and R signal high frequency generation section 110 is connected to R signal reverse wavelet transform section 112. B signal correlation coefficient calculation section 109 is connected to B signal high frequency generation section 111, and B signal high frequency generation section 111 is connected to B signal reverse wavelet transform section 113. The output of the buffer 104 for G signals, R signal reverse wavelet transform section 112, and B signal reverse wavelet transform section 113 is connected to the output sections 114, such as a magnetic disk. Moreover, the control sections 115, such as a microcomputer, are connected to the input section 101, R signal correlation coefficient calculation section 108, B signal correlation coefficient calculation section 109, R signal RF generation section 110, B signal RF generation section 111, and the output section 114.

[0021] Below, an operation of a configuration of having described above is explained according to the flow of a signal. By control of a control section 115, RGB 3 signal from the input section 101 is transmitted to the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for B signals, and the buffer 104 for G signals. G signal in the buffer 104 for G signals is transmitted to the wavelet transform section 105, and wavelet transform is carried out using predetermined basis function, for example, Harr function. The low-frequency component after this conversion is outputted to the buffer 106 for G signal low frequency, and a high frequency component is outputted to the buffer 107 for G signal high frequency.

[0022] Moreover, R signal correlation coefficient calculation section 108 computes the number of hue relation between the low-frequency components of R signal in the buffer 102 for R signals, and G signal in the buffer 106 for G signal low frequency. B signal correlation coefficient calculation section 109 computes the number of hue relation between the low-frequency components of B signal in the buffer 103 for B signals, and G signal in the buffer 106 for G signal low frequency similarly. Each number of hue relation is transmitted to R signal high frequency generation section 110 and B signal high frequency generation section 111, multiplication is carried out to the high frequency component of G signal in the buffer 107 for G signal high frequency, and the high frequency component of R signal and B signal is compounded.

[0023] the high frequency component of R signal compounded in R signal reverse

wavelet transform section 112 in R signal in the buffer 102 for R signals (low-frequency component), and R signal high frequency generation section 110 -- being based -- reverse wavelet transform -- carrying out -- high -- brilliance R signal is transmitted to the output section 114. Similarly, B signal reverse wavelet transform section 113 performs reverse wavelet transform based on the high frequency component of B signal in the buffer 103 for B signals (low-frequency component), and B signal compounded in B signal high frequency generation section 111, and transmits high definition B signal to the output section 114. Moreover, since G signal of G signal buffer 104 is also transmitted to the output section 114, RGB 3 signal is outputted from the output section 114.

[0024] Drawing 2 is drawing showing an example of the concrete configuration of the input section 101 of drawing 1. As shown in drawing 2, optical system 200 is countered and the objects CCD201 and R for G signals and CCD202 for B signals are arranged. Below, the numbers of pixels of sxs, R signal, and B signal are assumed to be $s/2xs/2$ for the number of pixels of G signal. The output of CCD201 for G signals is saved as digital signal GOLL of size sxs through A/D203 and a low pass filter 206 at the buffer 104 for G signals. Moreover, the output of R and CCD202 for B signals minds a low pass filter 207 about R signal, after dissociating in A/D204 and the R/B separation circuit 205, and it is digital signal R1LL of size $s/2xs/2$. It carries out and is transmitted to the buffer 102 for R signals. Moreover, a low pass filter 208 is minded about B signal, and it is digital signal B1LL of size $s/2xs/2$. It carries out and is transmitted to the buffer 103 for B signals. The objects CCD201 and R for G signals and CCD202 for B signals are connected to the CCD drive circuit 210 for G signals which operates based on the clock from a clock generator 209, and R and the CCD drive circuit 211 for B signals, respectively.

[0025] Drawing 3 is the explanatory view showing an example of the concrete configuration of the wavelet transform section 105 of drawing 1. As shown in drawing 3, the information on general-purpose basis functions, such as a Harr function, is recorded on the basis function Records Department 303. Drawing 4 (a) and (b) are the explanatory views about the Harr function used as a basis function. A Harr function consists of a high-pass filter shown by drawing 4 (a), and a low pass filter shown by drawing 4 (b). These filters are defined by the degree type. In addition, these filters are used perpendicularly in common horizontally.

[0026]

Horizontal and perpendicular high-pass filter = $\{0.5, -0.5\}$ (8)

Horizontal and perpendicular low pass filter = $\{0.5, 0.5\}$ (9)

By control of a control section 115, the filter factor read station 304 reads the filter factor of a predetermined basis function from the basis function Records Department 303, and transmits it to the level high-pass filter 305, the level low pass filter 306, the perpendicular high-pass filter 309, the perpendicular low pass filter 310, the perpendicular high-pass filter 311, and the perpendicular low pass filter 312. To the radical of control of a control section 115, the data read station 301 is signal G0LL on the buffer 104 for G signals. It reads and transmits to a buffer 302. Finally the data on a buffer 302 are outputted to the buffer 106 for G signal low frequency, and the buffer 107 for G signal high frequency via the output change section 317, after filtering processing of a multistage story is performed, as shown in drawing 3.

[0027] The subsamplers 307, 308, and 313,314,315,316 have the function which carries out subsampling of the number of input data to one half here. The output of the subsampler 313 gives a high frequency component with the level output of the subsampler 315 for a high frequency component with the perpendicular output of the subsampler 314, and the output of the subsampler 316 gives a low-frequency component for the high frequency component of level perpendicular both directions. Moreover, the data transfer control section 318 transmits only a predetermined count to a buffer 302, and makes the radical of control of a control section 115 carry out [count] filtering processing of the output of the subsampler 316 again. Thereby, the expansion coefficient according to frequency is computed gradually. With this operation gestalt, since the sizes of sxs, R signal, and B signal are assumed to be $s/2 \times s/2$ for the size of G signal, one filtering processing is carried out to G signal. As for the count of conversion, the low-frequency component after conversion is decided to become R signal and B signal, and the same size. To the radical of control of a control section 115, the output change section 317 is output G1HH from the subsamplers 313, 314, and 315, G1HL, and G1LH. To the buffer 107 for G signal high frequency, it is output G1LL of the subsampler 316. It changes to the buffer 106 for G signal low frequency, and transmits.

[0028] (a) - (g) of drawing 5 is drawing showing the flow of the above mentioned signal processing. Although drawing 5 has shown R signal and G signal, it is the same also about B signal and G signal. (a) of drawing 5 and (b) are signal G0LL on the buffer 104 for G signals. R1LL on the buffer 102 for R signals It is shown. (c) of drawing 5 and (d) are signal G1LL on the buffer 106 for G signal low frequency by which frequency decomposition was carried out in the aforementioned wavelet transform section 105, respectively. Signal G1HH on the buffer 107 for G signal high frequency, G1HL, and G1LH It is shown. Here, it is R1LL of (b) of drawing 5. G1LL of (c) It is supposed that it is data of the same size. R signal correlation coefficient calculation section 108 shown in

drawing 1 is signal G1LL. Signal R1LL The correlation coefficient of a degree type is computed in between.

[0029]

[Equation 1]

$$\varepsilon_{G,R}(i) = \begin{cases} G_{1LL}(i) / R_{1LL}(i) & R_{1LL}(i) \neq 0 \\ 0 & R_{1LL}(i) = 0 \end{cases} \quad (9)$$

[0030] Here, i is signal R1LL. Signal G1LL The coordinate of data is meant. Namely, correlation coefficient epsilonG and B Signal G1LL in the same coordinate Signal R1LL It is computed per pixel in between. this correlation coefficient is transmitted to R signal high frequency generation section 110 -- having -- signal G1HH on the buffer 107 for G signal high frequency, G1HL, and G1LH multiplication is carried out -- having -- high frequency component R1HH of R signal of (f) of drawing 5, R1HL, and R1LH It is generated.

[0031]

[Equation 2]

$$\begin{aligned} R_{1HH}(i) &= \varepsilon_{G,R}(i) G_{1HH}(i) \\ R_{1HL}(i) &= \varepsilon_{G,R}(i) G_{1HL}(i) \\ R_{1LH}(i) &= \varepsilon_{G,R}(i) G_{1LH}(i) \end{aligned} \quad (10)$$

[0032] (g) of drawing 5 is high frequency component R1HH generated in R signal RF generation section 110, R1HL, and R1LH. Signal R1LL on the buffer 102 for R signals High definition R signal ROLL computed by carrying out reverse wavelet transform in R signal reverse wavelet transform section 112 It is shown.

[0033] Drawing 6 is the explanatory view showing an example of the concrete configuration of R signal reverse wavelet transform section 112. Although R signal reverse wavelet transform section 112 is shown in drawing 6, it can consider as the same configuration also about B signal reverse wavelet transform section 113. The information on general-purpose basis functions, such as a Harr function, is recorded on the basis function Records Department 403. The filter information used in the wavelet transform section 105 and R signal reverse wavelet transform section 112 is the same. A high-pass filter [in / the high-pass filter in wavelet transform, and / for a low pass filter / h (n) and reverse wavelet transform] is made into g' (n), and a low pass filter is made into h' (n). [g (n)] In the case of rectangular wavelet, both relation is set to g'(n) = g (- n)

and $h'(n) = h(-n)$, and can be computed from the filter information on wavelet transform.

[0034] The filter factor read station 404 reads the filter factor of a predetermined basis function into the radical of control of a control section 115, and transmits it to the perpendicular high-pass filter 412, the perpendicular low pass filter 410, the perpendicular high-pass filter 411, the perpendicular low pass filter 412, the level low pass filter 415, and the level high-pass filter 416. The data read station 401 and the input change section 402 transmit the buffer 102 for R signals, and the data from R signal high frequency generation section 110 to the radical of control of a control section 115 to each filter. As shown in drawing 6 to this data, filtering processing of a multistage story is performed, and finally that result is outputted to the output section 114 or the data transfer control section 418 via the output change section 417.

[0035] The rise samplers 405, 406, and 407, 408, 413, 414 have the function which doubles the rise sampling of the number of input data here. The data transfer control section 418 is controlled, only a predetermined count transmits the output of the output change section 417 to the input change section 402, and a control section 115 makes filtering processing perform again. Thereby, an image is reconfigured gradually. With this operation gestalt, since the sizes of R signal and B signal are assumed to be $s/2 \times s/2$, one filtering processing is performed. (g) of drawing 5 shows the playback image reconstructed by performing reverse wavelet transform.

[0036] The high frequency component of other signals is generated by wavelet transform decomposing G signal with most pixels into a high frequency component and a low-frequency component among input signals with the 1st operation gestalt, as described above, among these asking for a correlation coefficient with other signals using a low-frequency component, and carrying out the multiplication of the obtained correlation coefficient to the high frequency component of G signal. Since it was made to add at this time, using an original signal [low-frequency component] as it is, controlling an application target, i.e., the high frequency component generated, per pixel about a high frequency component, the high frequency component of a chrominance signal can be amended with high degree of accuracy, and an output image with it is obtained by this. [there is little generating of an error and high definition]

[0037] Moreover, in order that wavelet transform may share the information on a pixel mutually soon, even if it controls a high frequency component per pixel, a continuity is good, and a high definition playback image is obtained. Below, the 2nd operation gestalt of this invention is explained. Drawing 7 is drawing showing the configuration of the 2nd operation gestalt. In drawing 7, the input sections 501, such as a TV camera, are connected to the input change section 505 through the buffer 502 for R signals, the

buffer 503 for G signals, and the buffer 504 for B signals. It is connected to R signal frequency component buffer 508, G signal frequency component buffer 509, and B signal frequency component buffer 510 through the DCT transducer 506 and the output change section 507 while direct continuation of the output of the input change section 505 is carried out to the output section 520. The output of R signal-frequency component buffer 508 is connected to R signal correlation coefficient calculation section 511 and the input change section 515, the output of G signal-frequency component buffer 509 is connected to R signal correlation coefficient calculation section 511, B signal correlation coefficient calculation section 512, R signal high-frequency generation section 513, and B signal high-frequency generation section 514, and the output of B signal-frequency component buffer 510 is connected to B signal correlation coefficient calculation section 512 and the input change section 515.

[0038] Furthermore, the output of R signal RF generation section 513 and B signal RF generation section 514 is connected to the buffer 518 for amendment R signals, and the buffer 519 for amendment B signals through the input change section 515, the reverse DCT transducer 516, and the output change section 517. The buffer 518 for amendment R signals and the buffer 519 for amendment B signals are connected to the output sections 520, such as a magnetic disk. Moreover, the control sections 521, such as a microcomputer, are connected to the input section 501, the input change section 505, the output change section 507, R signal correlation coefficient calculation section 511, B signal correlation coefficient calculation section 512, R signal RF generation section 513, B signal RF generation section 514, the input change section 515, the output change section 517, and the output section 520.

[0039] Below, an operation of a configuration of having described above is explained according to the flow of a signal. In drawing 7, RGB 3 signal from the input section 501 is transmitted to the buffer 502 for R signals, the buffer 503 for G signals, and the buffer 504 for B signals by control of a control section 521. Based on control of a control section 521, through the input change section 505, one by one, the field of predetermined size is transmitted to the DCT transducer 506, and frequency decomposition of the signal in each buffer is carried out. With this operation gestalt, 8x8 size is assumed as an example. This field is set up so that it may not overlap, and the signal of the same coordinate is transmitted to the DCT transducer 506 in order of RGB.

[0040] In the DCT transducer 506, well-known DCT conversion is performed and each output signal is transmitted to R signal frequency component buffer 508, G signal frequency component buffer 509, and B signal frequency component buffer 510 one by one through the output change section 507 based on control of a control section 521. R

signal correlation coefficient calculation section 511 computes a correlation coefficient between the predetermined low-frequency components in R signal frequency component buffer 508 and G signal frequency component buffer 509, for example, the low-frequency component of 2x2 size. B signal correlation coefficient calculation section 512 computes a correlation coefficient similarly between the low-frequency components in B signal frequency component buffer 510 and G signal frequency component buffer 509. Each correlation coefficient is transmitted to R signal high frequency generation section 513 and B signal high frequency generation section 514, multiplication is carried out to the high frequency component of G signal frequency component buffer 509, and the high frequency component of R signal and B signal is compounded. This high frequency component means the frequency component except the low-frequency component of said 2x2 size.

[0041] The high frequency component generated in R signal RF generation section 513 and B signal RF generation section 514 and the low-frequency component in R signal frequency component buffer 508 and G signal frequency component buffer 509 are transmitted to the input change section 515. The input change section 515 transmits the high frequency component and low-frequency component of R signal to the reverse DCT transducer 516 based on control of a control section 521, and then transmits the high frequency component and low-frequency component of B signal to the reverse DCT transducer 516. In the reverse DCT transducer 516, well-known reverse DCT conversion is made and each output signal is transmitted to the buffer 518 for sequential amendment R signals, and the buffer 519 for amendment B signals through the output change section 517 based on control of a control section 521. Moreover, the input change section 505 is connected to the output section 520, and G signal of the buffer 503 for G signals is outputted to the output section 520. Based on control of a control section 521, the sequential output of the RGB 3 signal from the buffer 518 for amendment R signals, the input change section 505, and the buffer 519 for amendment B signals is carried out at the output section 520.

[0042] Drawing 8 is drawing showing an example of the concrete configuration of the input section 501 of drawing 7. Optical system 600 is countered and the veneer CCD 601 is arranged. The veneer CCD 601 is CCD of a complementary color mold as shown in drawing 18. The output signal from CCD601 is divided into the luminance signal and two color-difference signals which are shown in (1) described above in the color separation circuit 603, (2), and (3) types through A/D602. After each separated signal is processed in the process circuit 604,605,606, respectively, it is changed into three signals of RGB through a matrix circuit 607 and low pass filters 608, 609, and 610, and

is saved at the buffer 502 for R signals, the buffer 503 for G signals, and B signal buffer 504. Moreover, the CCD drive circuit 615 which operates based on the clock from a clock generator 614 is connected to CCD601. Although each of three signals of RGB obtained here serves as the same size, G signal corresponding to a luminance signal has many pixels of an image sensor, and is a signal containing many high frequency components. On the other hand, since other R and B signal are compounded from a color-difference signal with few pixels of an image sensor, they are a signal with a scarce high frequency component.

[0043] (a) - (h) of drawing 9 is drawing showing the flow of the above mentioned signal processing. Although drawing 9 has shown R signal and G signal, it is the same also about B signal and G signal. (a) of drawing 9 and (b) show R signal on the buffer 502 for R signals, and G signal on the buffer 503 for G signals. These signals are divided into the field to which 8x8 size does not overlap with predetermined size and this operation gestalt. As for (c) of drawing 9, (d), (e), and (f), the field of the same coordinate of R signal and G signal shows the data by which frequency decomposition was carried out by the DCT transducer 506, respectively. With this operation gestalt, the low-frequency component has been arranged at the upper left used as a zero, and the high frequency component is arranged to the lower right. (c) of drawing 9 and (e) show the low-frequency component of 2x2 size, and (d) and (f) show other high frequency components. R signal correlation coefficient calculation section 511 computes the correlation coefficient of a degree type between the low-frequency components of (c) of drawing 9, and (e).

[0044]

[Equation 3]

$$\epsilon_{G,R}^j = \begin{cases} \frac{\sigma_{G,R}^j}{\sqrt{\sigma_{G,G}^j \sigma_{R,R}^j}} & \sigma_{G,G}^j \sigma_{R,R}^j \neq 0 \\ 0 & \sigma_{G,G}^j \sigma_{R,R}^j = 0 \end{cases} \quad (11)$$

$$\text{where } \sigma_{G,R}^j = \frac{1}{4} \sum_{k=1,4} (G^j(k) - G_a^j)(R^j(k) - R_a^j)$$

[0045] Here, j means a field and k means the coordinate of a low-frequency component. Moreover, sigma_j The covariance of the j-th field is meant and they are R_j a and G_j a. The average of the j-th field is meant. This correlation coefficient epsilon_j G and B It is

transmitted to R signal high frequency generation section 513, multiplication is carried out to the high frequency component on G signal frequency component buffer 509, and the high frequency component of R signal as shown in (g) of drawing 9 is generated. As for the low-frequency component of original R signal on the buffer 502 for R signals, and the high frequency component generated in R signal RF generation section 513, inverse transformation is performed by the reverse DCT transducer 516. (h) of drawing 9 shows high definition R signal computed by performing the above mentioned process repetitively to all fields.

[0046] As described above, with the 2nd operation gestalt, an input signal is divided into the field of predetermined size, frequency decomposition is carried out for every field, and it asks for a correlation coefficient with the low-frequency component of other signals using the low-frequency component of G signal with most pixels, and the high frequency component of other signals is generated by carrying out the multiplication of this correlation coefficient to the high frequency component of G signal. Since only the high frequency component was generated in application for every field about the low-frequency component at this time, using an original signal as it is, the high frequency component of a color component can be amended with high degree of accuracy, and an output image with it is obtained by this. [there is little generating of an error and high definition] Moreover, since signal processing is repetitively performed for every field, there is little memory space needed and it can constitute equipment cheaply.

[0047] In addition, although size of a field is set to 8x8 with the 2nd operation gestalt and size of the field of low frequency is set to 2x2, it does not need to be limited to this, and a free setup is possible. For example, it is also possible to set size of a field to 4x4, and to set size of the field of low frequency to 1x1. What is necessary is just to compute using (9) types in the 1st operation gestalt in this case, although the covariance in (11) types is always set to 0 and a correlation coefficient cannot be computed, if size of the field of low frequency is set to 1x1. Moreover, with the 2nd operation gestalt, a DCT transducer and a reverse DCT transducer are set to one, and although this is changed and three signals are processed, it does not need to be limited to this. When thinking processing speed as important, the transducer according to individual may be prepared every three signals. Moreover, it is also possible as the conversion approaches other than DCT conversion to use conversion of frequency decomposition, such as the Fourier transform and a Hadamard transform.

[0048] Moreover, although the correlation coefficient of R signal was computed based on (9) types and the correlation coefficient of R signal was computed based on (11) types with the 2nd operation gestalt in the above mentioned 1st operation gestalt, the

correlation coefficient in the 2nd operation gestalt is computed using (9) types, and you may make it compute the correlation coefficient in the 1st operation gestalt using (11) types.

[0049] The 3rd operation gestalt of this invention is explained below. Drawing 10 is drawing showing the configuration of the 3rd operation gestalt. In drawing 10, the input sections 701, such as a TV camera, are connected to the input change section 705 through the buffer 702 for R signals, the buffer 703 for G signals, and the buffer 704 for B signals. It is connected to R signal frequency component buffer 708, G signal frequency component buffer 709, and B signal frequency component buffer 710 through the wavelet transform section 706 and the output change section 707 while direct continuation of the output of the input change section 705 is carried out to the output section 726.

[0050] The output of R signal frequency component buffer 708, G signal frequency component buffer 709, and B signal frequency component buffer 710 is connected to R signal selection section 711, G signal selection section 712, and B signal selection section 713, respectively. G signal selection section 712 is connected to R signal-error calculation section 715, B signal-error calculation section 716, R signal RF generation section 719, and B signal RF generation section 720 through the multiplier relocation section 714. Moreover, R signal selection section 711 is connected to R signal-error calculation section 715 and the input change section 721, and B signal selection section 713 is connected to B signal-error calculation section 716 and the input change section 721.

[0051] Furthermore, R signal-error calculation section 715 is connected to the input change section 721 through the R signal minimum error retrieval section 717 and R signal RF generation section 719, and B signal-error calculation section 716 is connected to the input change section 721 through the B signal minimum error retrieval section 718 and B signal RF generation section 720. The output of the input change section 721 is connected to the buffer 724 for amendment R signals, and the buffer 725 for amendment B signals through the reverse wavelet transform section 722 and the output change section 723. The buffer 724 for amendment R signals and the buffer 725 for amendment B signals are connected to the output section 726. Moreover, control sections 727, such as a microcomputer, are connected to the input section 701, the input change section 705, the output change section 707, R signal selection section 711, G signal selection section 712, B signal selection section 713, the multiplier relocation section 714, the R signal minimum error retrieval section 717, the B signal minimum error retrieval section 718, R signal RF generation section 719, B signal RF generation

section 720, the input change section 721, the output change section 723, and the output section 726.

[0052] An operation of a configuration of having described above is explained. RGB 3 signal from the input section 701 is transmitted to the buffer 702 for R signals, the buffer 703 for G signals, and the buffer 704 for B signals by control of a control section 727. As for RGB 3 signal, like the 2nd operation gestalt, G signal corresponding to a luminance signal is a signal containing many high frequency components, and R and B signal are a signal with a scarce high frequency component. Based on control of a control section 727, through the input change section 705, the signal in each above mentioned buffer is transmitted to the wavelet transform section 706 one by one, and frequency decomposition is carried out. With the 3rd operation gestalt, although two decomposition is assumed, this is adjusted by the difference in the high frequency component between G signal and other signals. Moreover, the input change section 705 outputs to the output section 726 only about G signal.

[0053] In the wavelet transform section 706, conversion is made like the 1st operation gestalt and each output signal is transmitted to R signal frequency component buffer 708, G signal frequency component buffer 709, and B signal frequency component buffer 710 one by one through the output change section 707 based on control of a control section 727. The frequency component in each buffer is inputted into R signal selection section 711, G signal selection section 712, and B signal selection section 713, and 16 frequency components corresponding to the field of the predetermined size of the HARASHIN number, for example, the field of 4x4 size, are chosen.

[0054] The frequency component chosen in R signal selection section 711 is transmitted to R signal-error calculation section 715 and the input change section 721, and the frequency component chosen in B signal selection section 713 is transmitted to B signal-error calculation section 716 and the input change section 721. On the other hand, the frequency component chosen in G signal selection section 712 is transmitted to R signal-error calculation section 715, B signal-error calculation section 716, R signal RF generation section 719, and B signal RF generation section 720, after predetermined conversion is made in the multiplier relocation section 714. In R signal-error calculation section 715, the error of the similarity about the gestalt is searched for using the low-frequency component of a predetermined number, for example, three low-frequency components, of R signal frequency component from R signal selection section 711, and G signal frequency component from the multiplier relocation section 714. Here, in R signal-error calculation section 715, the error of the similarity in all the fields of G signal is computed to the field of one R signal because a control section 727 controls R

signal selection section 711, G signal selection section 712, and the multiplier relocation section 714.

[0055] The R signal minimum error retrieval section 717 searches the field which gives the minimum error based on the error computed in said R signal-error calculation section 715, and transmits it to R signal RF generation section 719 by making the degree about this similarity into a multiplier. In R signal RF generation section 719, about the high frequency component of G signal frequency component transmitted from the multiplier relocation section 714, the multiplication of the multiplier about said similarity is carried out, and the high frequency component of R signal is generated. Similarly the field which is similar between B signal and G signal also in B signal-error calculation section 716, the B signal minimum error retrieval section 718, and B signal RF generation section 720 is searched, and the high frequency component of B signal is generated based on this.

[0056] Based on control of a control section 727, the input change section 721 changes the low-frequency component of R signal from R signal selection section 711, and the high frequency component of R signal from R signal high frequency generation section 719, and transmits them to the reverse wavelet transform section 722. Similarly, the input change section 721 changes the low-frequency component of B signal from B signal selection section 713, and the high frequency component of B signal from B signal high frequency generation section 720, and transmits them to the reverse wavelet transform section 722.

[0057] In the reverse wavelet transform section 722, with the count of predetermined, and this operation gestalt, two inverse transformation is performed and the result is transmitted to the buffer 724 for amendment R signals, or the buffer 725 for amendment B signals through the output change section 723. Based on control of a control section 727, RGB 3 signal from the buffer 724 for amendment R signals, the input change section 705, and the buffer 725 for amendment B signals is outputted to the output section 726.

[0058] Drawing 11 shows the heuristics of the similar field by the frequency component of R signal and G signal. (a) of drawing 11 is the field r_i of 4×4 size of R signal. It is shown and (b) of drawing 11 is this field r_i . Field g_j of G signal to approximate It is shown. i and j mean the number of the field of each signal here. (c) of drawing 11 and (d) show the frequency component which gave two steps of wavelet transforms to the image of (a) of drawing 11 , and (b). Field r_i of 4×4 It is decomposed into r_i , $1 \cdot r_i$, and 16 frequency components to 16 as shown in (c) of drawing 11 . It is g_j similarly. It is decomposed into g_j , $1 \cdot g_j$, and 16 frequency components to 16 as shown in (d) of drawing

11 . ri gj It sets to investigate the degree of similarity in between, and both low-frequency component is used. Here, it is ri, 1 ·ri, and 4. dj, 1 ·dj, and the multiplier of 4 shall be compared. Moreover, ri and 1 gj and 1 Since the bias which is the average concentration of each block, respectively is meant, it is not used. Therefore, ri gj The error Err which shows the similarity of a between is defined by the degree type.

[0059]

[Equation 4]

$$E r r = \sum_{k=2,4} (s_i g_{j,k} - r_{i,k})^2 \quad (12)$$

$$\text{where } s_i = \begin{cases} \frac{\sum_{k=2,4} r_{i,k} g_{j,k}}{\sum_{k=2,4} \{g_{j,k}\}^2} & \sum_{k=2,4} \{g_{j,k}\}^2 \neq 0 \\ 0 & \sum_{k=2,4} \{g_{j,k}\}^2 = 0 \end{cases}$$

[0060] Here, it is si. It is the parameter which shows the scale of concentration. In addition, although the field of the size same between R signal and G signal as retrieval of a similar field is specified here, such sizes may differ.

[0061] Drawing 12 is an explanatory view about relocation of the multiplier in the multiplier relocation section 714. (a) of drawing 12 shows the arrow head which indicates the direction to be the original expansion coefficient gj transmitted from G signal frequency component buffer 709, 1 ·gj, and arrangement of 16. The alphabet to a-p shows the expedient top of explanation, an expansion coefficient gj, 1 ·gj, and 16. Moreover, these expansion coefficients are G1 by the level of expansion. G2 It is classified into GLL, GLH, GHH, and GHL according to the used filter.

[0062] The output of the subsampler 313 in drawing 3 of the 1st operation gestalt gives the high frequency component GLH with the level output of the subsampler 315 for the high frequency component GHL with the perpendicular output of the subsampler 314, and the output of the subsampler 316 gives a low-frequency component GLL for the high frequency component GHH of level perpendicular both directions. Expansion coefficient a-p is G2LL. a and G2LH b and G2HH c and G2HL d and G1LH e, f, g, h, and G1HH i, j, k, l, and G1HL m, n, o, and p will belong. The comparison with more various configurations is attained by performing the comparison with a total of eight kinds of patterns which it not only uses the field of G signal as it is, but combined four rotations and symmetric transformation in spacing with retrieval of the similarity of a

configuration 90 degrees.

[0063] These eight kinds of patterns are created beforehand, and although performing wavelet transform to these is also considered, it becomes a problem from a viewpoint of computational complexity and memory space. Here, effectiveness equivalent to eight kinds of patterns is acquired by relocation of an expansion coefficient, and reversal actuation of a sign. (b) of drawing 12 is the example which rotated (a) of drawing 12 counterclockwise 90 degrees. Differing is G2LH, G2HL and G1LH G1HL Being exchanged in arrangement, G2HH, G2HL, G1HH, and G1HL It is that the sign is reversed. If the above is summarized $G_{mLH} \leftrightarrow G_{mHL}, -G_{mHH}$ (13)

Here, m means the level of expansion of wavelet transform and is $m=1,2$ with this operation gestalt. (c) - (h) of drawing 12 shows conversion of the multiplier about rotation and symmetric transformation similarly. Although drawing 12 illustrates the case of two steps of wavelet transforms, these regularity is equally materialized also in the wavelet transform of the phase of arbitration.

[0064] Error Err is computed by (12) types in R signal-error calculation section 715 about eight kinds of patterns changed based on the aforementioned regularity in the multiplier relocation section 714. G signal selection section 712 and the multiplier relocation section 714 transmit the data about all the fields obtained from G signal to the field of one R signal to R signal-error calculation section 715 based on control of a control section 727. The R signal minimum error retrieval section 717 is the scale parameter si search the field which gives the minimum error based on all the errors computed in said R signal-error calculation section 715, and concerning this field. The multiplier pi which shows said eight kinds of patterns is transmitted to R signal RF generation section 719.

[0065] Drawing 13 is a flow chart about said similarity retrieval. Here, for Variable Err, Variable Scale is [Conversion i / R ()] the scale parameter si of (12) types about the error of (12) types in the array where G () saves the frequency component of the field of G signal for the array where j saves the frequency component of the field of R signal for eight kinds of rotation patterns concerning [number / of the field of R signal / k] the field of G signal in the number of the field of G signal. It is shown. Moreover, the number of the field included in R signal and G signal is set to Image.

[0066] First, 0 is substituted for S1 by i. The frequency component of the i-th field of R signal is substituted for array R (), and the frequency component of the 0th rotation pattern of the 0th field of G signal is substituted for S2 by G ().

[0067] Based on (12) types, an error and a scale parameter are computed between said R () and G (), an error is substituted to variable Best_Err and a scale parameter is

substituted for S3 to variable Best_Scale.

[0068] Moreover, 0 is substituted for variable Best_G and variable Best_Pi. 0 is substituted for S4 and S5 by j and k. The frequency component of the i-th field of R signal is substituted for array R (), and the frequency component of the k-th rotation pattern of the j-th field of G signal is substituted for S6 by G ().

[0069] The error and scale parameter by (12) types are computed between said R () and G (), and an error and a scale parameter are substituted for S7 by Err and Scale.

[0070] Err and Best_Err compare by S8 -- having -- Best_Err -- size -- a case -- S9 -- smallness -- a case branches to S10. S9 -- Best_Scale -- Scale -- j is substituted for Best_G and k is substituted for Best_Err for Err by Best_Pi.

[0071] In S10-S13, j and 1 are added [k], and unless k does not exceed 8 and j exceeds Image, said processing is repeated. Best_Scale, Best_G, and Best_Pi are outputted in S14.

[0072] In S15 and S16, 1 is added to i, and unless Image is exceeded, said processing is repeated. The field in which it is [in all the fields obtained from G signal to the field of one R signal according to the above mentioned process] most similar is obtained.

[0073] (a) - (h) of drawing 14 is drawing showing the flow of the above mentioned signal processing. Although R signal and G signal are shown in drawing 14 , it is the same also about B signal and G signal. (a) of drawing 14 and (b) are R signal ROLL on the buffer 702 for R signals. G signal GOLL on the buffer 703 for G signals It is shown. These signals are divided into the field to which 4x4 size does not overlap with predetermined size and this operation gestalt. (c) of drawing 14 , (d), (e), and (f) R2LL on R signal frequency component buffer 708 by which frequency decomposition was carried out in the wavelet transform section 706, R2HH, R2HL, R2LH, R1HH, R1HL, and R1LH G2LL on G signal frequency component buffer 709, G2HH, G2HL, G2LH, G1HH, G1HL, and G1LH It is shown. R signal error calculation section 715 and the R signal minimum error retrieval section 717 are R2HH of (c) of drawing 14 , R2HL, and R2LH. G2HH of (e) of drawing 14 , G2HL, and G2LH The scale parameter si aforementioned in between Multiplier pi which shows eight kinds of patterns It computes. this multiplier is transmitted to R signal RF generation section 719 -- having -- multiplier pi from -- G1HH, G1HL, and G1LH Scale parameter si after rearranging the multiplier which it is related and is shown in drawing 12 G1HH, G1HL, and G1LH Multiplication is carried out. Processing of a degree type is made about the component for every field shown in (c) of drawing 11 , and (d).

[0074]

$ri,k = si \cdot gj,k$ (14)

Here, k is $k=5 \cdot 16$ by the multiplier shown in (c) of drawing 11, and (d). (g) of drawing 14 is high frequency component R1HH of generated R signal, R1HL, and R1LH. It is shown. (h) of drawing 14 is generated high frequency component R1HH, R1HL, and R1LH. R2LL on R signal frequency component buffer 708, R2HH, R2HL, and R2LH High definition R signal R0LL computed by having carried out reverse wavelet transform in the reverse wavelet transform section 722 is shown.

[0075] As described above, with the 3rd operation gestalt, an input signal is divided into the field of predetermined size, frequency decomposition is carried out, and it asks for the field in which the low-frequency component of other signals and a configuration are similar to the low-frequency component of G signal with most pixels, and the high frequency component of other signals is generated based on the high frequency component of G signal of this field. In order to generate only a high frequency component in application for every field about a low-frequency component at this time, using an original signal as it is, the high frequency component of a chrominance signal can be amended with high degree of accuracy, and an output image with it is obtained by this. [there is little generating of an error and high definition] Moreover, in order to ask for a high frequency component based on the similarity of a configuration, a high frequency component can be obtained also about the case where the continuity of a signal is spoiled with an edge etc., or the case where functionality with G signal is low, and a good output image is obtained also about various images.

[0076] In addition, although size of a field is set to 4×4 , it does not need to be limited to this, and a free setup is required of the 3rd operation gestalt. Moreover, with the 3rd operation gestalt, wavelet transform and the reverse wavelet transform section are set to one, and although this is changed and three signals are processed, it does not need to be limited to this. When thinking processing speed as important, the transducer according to individual may be prepared every three signals.

[0077] The 4th operation gestalt of this invention is explained below. Drawing 15 is drawing showing the configuration of the 4th operation gestalt. Fundamentally, although it is equivalent to the configuration of the 1st operation gestalt, with the 4th operation gestalt, the configuration after the buffer 107 for G signal high frequency in the 1st operation gestalt is changed, and it has composition which added the high frequency emphasis section 801, G signal reverse wavelet transform section 802, and the error calculation section 803.

[0078] The output of the buffer 107 for G signal high frequency is connected to R signal high frequency generation section 110, B signal high frequency generation section 111, and G signal reverse wavelet transform section 802 through the high frequency

emphasis section 801. G signal reverse wavelet transform section 802 receives the input from the high frequency emphasis section 801 and the buffer 106 for G signal low frequency, and is connected to the output section 114 and the error calculation section 803. The error calculation section 803 is connected to the RF emphasis section 801, and the control section 115 is connected to R signal correlation coefficient calculation section 108, R signal RF generation section 110, B signal correlation coefficient calculation section 109, B signal RF generation section 111, the RF emphasis section 801, and the error calculation section 803.

[0079] An operation of a configuration of having described above below is explained. RGB 3 signal from the input section 101 is transmitted to the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for B signals, and the buffer 104 for G signals by control of a control section 115. Wavelet transform of the G signal in the buffer 104 for G signals is transmitted and carried out to the wavelet transform section 105. The low-frequency component after wavelet transform is outputted to the buffer 106 for G signal low frequency, and a high frequency component is outputted to the buffer 107 for G signal high frequency. The high frequency component of the buffer 107 for G signal high frequency is transmitted to the high frequency emphasis section 801, and multiplication is carried out by the predetermined multiplier alpha.

[0080] Drawing 16 is an explanatory view about the method of determining the multiplier alpha in the RF emphasis section 801. As initial value of a multiplier alpha, 1.5 is set up, for example. Based on the high frequency component of G signal and the low-frequency component of the buffer 106 for G signal low frequency by which emphasis processing was carried out, G signal is reconfigured in G signal reverse wavelet transform section 802. In the error calculation section 803, the density range of reconfigured G signal is investigated, and if it is 8 bits in the predetermined range, for example, concentration level, the rate of the number of pixels which deviates from the range of 0-255 is investigated. As shown in drawing 16 (a), when this rate does not exceed a predetermined threshold, for example, 1%, the RF emphasis section 801 makes a multiplier alpha increase, and performs emphasis processing again. On the other hand, as shown in drawing 16 (b), when it is over the predetermined threshold, a multiplier alpha is decreased and emphasis processing is performed again. Comparatively, from excess, when [of this error] it becomes excess from the following or the following, emphasis processing is ended.

[0081] After processing of the high frequency component of G signal is completed, R signal correlation coefficient calculation section 108 computes the number of hue relation between the low-frequency components of R signal in the buffer 102 for R

signals, and G signal in the buffer 106 for G signal low frequency. B signal correlation coefficient calculation section 109 computes the number of hue relation similarly between the low-frequency components of B signal in the buffer 103 for B signals, and G signal in the buffer 106 for G signal low frequency. Each number of hue relation is transmitted to R signal RF generation section 110 and B signal RF generation section 111, multiplication is carried out to the high frequency component of G signal with which emphasis processing of [in the RF emphasis section 801] was carried out, and the high frequency component of R signal and B signal is compounded.

[0082] R signal reverse wavelet transform section 112 performs reverse wavelet transform based on the high frequency component of R signal in the buffer 102 for R signals (low-frequency component), and R signal compounded in R signal high frequency generation section 110, and transmits high definition R signal to the output section 114. Similarly, B signal reverse wavelet transform section 113 performs reverse wavelet transform based on the high frequency component of B signal in the buffer 103 for B signals (low-frequency component), and B signal compounded in B signal high frequency generation section 111, and transmits high definition B signal to the output section 114. Moreover, G signal of G signal reverse wavelet transform section 802 is also outputted to the output section 114, and RGB 3 signal is outputted from the output section 114.

[0083] As described above, with the 4th operation gestalt, wavelet transform divides G signal with most pixels into a RF and low frequency among input signals, and emphasis processing of this high frequency component is carried out. And it asks for a correlation coefficient with other signals using a low-frequency component, and the high frequency component of other signals is generated by carrying out the multiplication of this correlation coefficient to the high frequency component of G signal which carried out emphasis processing. Since a high frequency component is generated in application per pixel about a low-frequency component at this time, using an original signal as it is, the high frequency component of a chrominance signal can be amended with high degree of accuracy, and an output pixel with it is obtained by this. [there is little generating of an error and high definition] Moreover, since the high frequency component is performing emphasis processing in the range in which a rate with error does not exceed a predetermined threshold, it can acquire a good output signal on the vision target by which contrast was emphasized.

[0084] In addition, although the multiplier alpha for emphasis processing is automatically adjusted with the 4th operation gestalt so that a rate with error may not exceed a threshold, it does not need to be limited to this. Asking for a multiplier alpha

manually is also possible, and the error calculation section 803 can be omitted in this case.

[0085] The 5th operation gestalt of this invention is explained below. Drawing 17 is drawing showing the configuration of the 5th operation gestalt. Although the configuration of the 5th operation gestalt is fundamentally equivalent to the configuration of the 1st operation gestalt, the 5th operation gestalt has composition which added R signal low frequency emphasis section 901, B signal low frequency emphasis section 902, G signal low frequency emphasis section 903, G signal high frequency emphasis section 904, G signal reverse wavelet transform section 905, and the error calculation section 906 to the 1st operation gestalt. R signal low frequency emphasis section 901 connected to the output of the buffer 102 for R signals is connected to R signal reverse wavelet transform section 112. B signal low frequency emphasis section 902 connected to the output of the buffer 103 for B signals is connected to B signal reverse wavelet transform section 113. G signal low frequency emphasis section 903 connected to the output of the buffer 106 for G signal low frequency is connected to G signal reverse wavelet transform section 905. The buffer 107 for G signal high frequency is connected to R signal high frequency generation section 110, B signal high frequency generation section 111, and G signal reverse wavelet transform section 905 through G signal high frequency emphasis section 904. G signal reverse wavelet transform section 905 is connected to the output section 114 and the error calculation section 906 while connecting with the output of G signal RF emphasis section 904 and G signal low frequency emphasis section 903. The error calculation section 906 is connected to G signal RF emphasis section 904, and the control section 115 is connected to R signal correlation coefficient calculation section 108, R signal RF generation section 110, R signal low frequency emphasis section 901, B signal correlation coefficient calculation section 109, B signal RF generation section 111, B signal low frequency emphasis section 902, G signal low frequency emphasis section 903, G signal RF emphasis section 904, and the error calculation section 906.

[0086] An operation of a configuration of having described above below is explained. RGB 3 signal from the input section 101 is transmitted to the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for B signals, and the buffer 104 for G signals by control of a control section 115. Wavelet transform of the G signal in the buffer 104 for G signals is carried out in the wavelet transform section 105. The low-frequency component after wavelet transform is outputted to the buffer 106 for G signal low frequency, and a high frequency component is outputted to the buffer 107 for G signal high frequency. Low-frequency component G1LL of the buffer 106 for G signal low frequency After

normalizing at the maximum Mmax of concentration based on a degree type by G signal low frequency emphasis section 903, BEKI ** is carried out by the predetermined multiplier beta. With the 5th operation gestalt, since a 8-bit concentration range is assumed, it is set to Mmax =255.

[0087]

[Equation 5]

$$G'_{1LL} = M_{\max} \left(\frac{G_{1LL}}{M_{\max}} \right)^{\beta} \quad (16)$$

[0088] In the case of $\beta < 1$, a multiplier beta will extend the range of an umbra, and, in the case of $\beta > 1$, the range of a bright section will be extended. Therefore, in G signal low frequency emphasis section 903, a bright section or an umbra is judged from the average concentration value of the low-frequency component of G signal, and the initial value of a multiplier beta is set up. Since it becomes the range of 0-255 as an example if it is 8 bits in concentration level, if the average concentration value of a low-frequency component is 128 or less and it is an umbra and the above, it is judged as a bright section. 1.5 is set up, if the initial value of a multiplier beta is an umbra and it is 0.5 and a bright section. As for a multiplier beta, the same value is used to all low-frequency components.

[0089] Based on control of a control section 115, the low-frequency component by which emphasis processing was made, and the usual high frequency component are transmitted to G signal reverse wavelet transform section 905, and G signal is reconfigured. In the error calculation section 906, the density range of reconfigured G signal is investigated and the rate of the number of pixels which deviates from the predetermined range is investigated. The optimal multiplier beta is called for like the 4th operation gestalt. This multiplier beta is transmitted to R signal low frequency emphasis section 901 and B signal low frequency emphasis section 902 through a control section 115, and the range of a low-frequency component is extended like (16) types.

[0090] Next, a control section 115 starts G signal RF emphasis section 904. As shown to (d) of drawing 11 by G signal RF emphasis section 904, they are high frequency component G1HH of G signal, G1HL, and G1LH. It is divided into predetermined size, for example, the field corresponding to 4x4, and the component gj, 5 -gj, and 16 are extracted. And it is multiplier gammaj for emphasis for every field of this. It is computed by the degree type.

[0091]

[Equation 6]

$$\tau_j \leq \frac{M_{\max} - M_{\max} \cdot \left(\frac{g_j^a}{M_{\max}} \right)^\beta}{g_{j,k} - g_j^a} \quad (17)$$

[0092] Here, for j, k is gj a about the element of 5-16 in the number of the field of a high frequency component. The average concentration of the j-th field is meant. (17) A formula shows the conditions on which the concentration range of each field does not deviate from the predetermined range to the given multiplier beta. The multiplication of the high frequency component of the buffer 107 for G signal high frequency is carried out by said multiplier gamma by the high frequency emphasis section 901. Then, R signal correlation coefficient calculation section 108 computes the number of hue relation between the low-frequency components of R signal in the buffer 102 for R signals, and G signal in the buffer 106 for G signal low frequency. B signal correlation coefficient calculation section 109 computes the number of hue relation similarly between the low-frequency components of B signal in the buffer 103 for B signals, and G signal in the buffer 106 for G signal low frequency. Each number of hue relation is transmitted to R signal RF generation section 110 and B signal RF generation section 111, multiplication is carried out to the high frequency component of G signal with which emphasis processing of [in the RF emphasis section 904] was carried out, and the high frequency component of R signal and B signal is compounded. In R signal reverse wavelet transform section 112, reverse wavelet transform is performed based on the low-frequency component as which it was emphasized in R signal low frequency emphasis section 901, and the high frequency component of R signal compounded in R signal high frequency generation section 110, and high definition R signal is transmitted to the output section 114. Similarly, B signal reverse wavelet transform section 113 performs reverse wavelet transform based on the low-frequency component as which it was emphasized in B signal low frequency emphasis section 902, and the high frequency component of B signal compounded in B signal high frequency generation section 111, and transmits high definition B signal to the output section 114. Moreover, the output section 114 HE output also of the G signal of G signal reverse wavelet transform section 905 is carried out, and RGB 3 signal is outputted from the output section 114.

[0093] As described above, with the 5th operation gestalt, wavelet transform decomposes G signal with most pixels into a RF and low frequency among input signals, and emphasis processing of this high frequency component and low-frequency component is carried out. Then, it asks for a correlation coefficient between the original low-frequency component of G signal, and other signals, and the high frequency component of other signals is generated by carrying out the multiplication of this correlation coefficient to the high frequency component of G signal which carried out emphasis processing. Moreover, the same emphasis processing as the low-frequency component of G signal is performed also to other signals. In order to generate a high frequency component in application for every field after carrying out emphasis processing of a high frequency component and the low-frequency component the optimal, a high definition output signal with the contrast emphasized as the extended dynamic range is acquired. Moreover, since generating of the error by extended processing is investigated beforehand, and a parameter is controlled and the parameter of emphasis processing is also controlled collectively, it is hard to generate unnatural emphasis.

[0094] In addition, although the multiplier beta for emphasis processing is automatically adjusted with the 5th operation gestalt so that a rate with error may not exceed a threshold, it does not need to be limited to this. It is also possible to decide a multiplier beta manually and the error calculation section 906 can be omitted in this case.

1. In addition, invention of the following configurations is included in the above mentioned concrete operation gestalt.

In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics (Configuration 1) A frequency decomposition means to decompose the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a low-frequency component and a high frequency component, A correlation coefficient calculation means to compute a correlation coefficient between the low-frequency component obtained from this frequency decomposition means, and the signal of the spectral sensitivity characteristic with little amount of information, The correlation coefficient obtained from this correlation coefficient calculation means, and a RF generation means by which amount of information generates the high frequency component of the signal of little spectral sensitivity characteristic based on the high frequency component obtained from said frequency decomposition means, The signal processor characterized by having a frequency synthesis means to compound the

signal of the spectral sensitivity characteristic with little the high frequency component and amount of information which were acquired from this RF generation means, and to output a high definition output signal.

(Configuration 2) The signal processor characterized by the signal of the spectral sensitivity characteristic with much said amount of information being equivalent to a luminance signal, and signals other than this signal being equivalent to a chrominance signal in a configuration 1.

(Configuration 3) It is the signal processor characterized by said frequency decomposition means and said RF composition means performing rectangular wavelet transform or congruence rectangular cross wavelet transform in a configuration 1, using a Harr function or a Daubechies function as a basis function.

(Configuration 4) It is the signal processor characterized by said correlation coefficient calculation means computing a correlation coefficient in a configuration 1 based on hue Seki between the signals of two or more spectral sensitivity characteristics.

(Configuration 5) It is the signal processor characterized by using any one orthogonal transformation of DCT conversion, the Fourier transform, and the Hadamard transform for a frequency decomposition means and a frequency synthesis means for every field of predetermined size in a configuration 1.

In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics (Configuration 6) A frequency decomposition means by which distribution decomposes a signal into two or more frequency components by making a local function into a basis function, The frequency component corresponding to the first predetermined field of the signal of the spectral sensitivity characteristic with the multiplier of two or more frequency components obtained from this frequency decomposition means to amount of information [much], Between the frequency components of the first [said] predetermined field obtained from an extract means to extract the frequency component corresponding to the second predetermined field of the signal of other spectral sensitivity characteristics with little amount of information, and this extract means, and said second predetermined field A similarity calculation means to compute the degree of similarity, and a retrieval means to search said first predetermined field where similarity is the highest to said second predetermined field based on the degree of the similarity acquired from this similarity calculation means, A RF generation means to generate the high frequency component of said second predetermined field based on the degree of similarity from the high frequency

component about said first predetermined field obtained from this retrieval means, The signal processor characterized by providing a frequency synthesis means to compound the signal of the spectral sensitivity characteristic with little the high frequency component and amount of information which were acquired from this RF generation means, and to output a high definition output signal.

(Configuration 7) It is the signal processor characterized by said frequency decomposition means and said RF composition means performing rectangular wavelet transform or congruence rectangular cross wavelet transform in a configuration 6, using a Harr function or a Daubechies function as a basis function.

In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics (Configuration 8) A frequency decomposition means to decompose the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a low-frequency component and a high frequency component, As opposed to the high frequency component decomposed by this frequency decomposition means size from 1 The RF emphasis means which carries out the multiplication of the becoming multiplier alpha, An error calculation means by which the signal which compounds the high frequency component emphasized with this RF emphasis means and said low-frequency component, and is acquired computes the rate of having deviated from the predetermined range, The signal processor characterized by providing the control means which controls the value of said multiplier alpha based on the calculation result by this error calculation means.

In the signal processor which processes a signal with more amount of information of the signal about at least one spectral sensitivity characteristic among two or more spectral sensitivity characteristics than the amount of information of the signal about other spectral sensitivity characteristics (Configuration 9) A frequency decomposition means to decompose the signal of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a low-frequency component and a high frequency component, A reference signal low frequency emphasis means to carry out BEKI ** of the signal which it normalized, and to emphasize it by the multiplier beta to the low-frequency component decomposed by this frequency decomposition means, An error calculation means by which compound the low-frequency component emphasized by this reference signal low frequency emphasis means, and said high frequency component, and the compounded signal computes the rate of having deviated from the predetermined range, The control means which controls the value of said multiplier beta based on the

calculation result by this error calculation means, The high frequency component decomposed by said frequency decomposition means is divided into a predetermined field. The reference signal RF emphasis means which carries out the multiplication of the multiplier gamma drawn by predetermined relational expression from the divided multiplier beta which was used with said reference signal low frequency emphasis means for every field, The signal processor characterized by providing the subordination signal low frequency emphasis means which carries out the exponentiation of the normalized signal by said multiplier beta to the signal of the spectral sensitivity characteristic with little amount of information.

2. Object of the Invention of a configuration of having described above is as follows.

(A configuration 1 thru/or 4) It is only compensating with the chrominance signal in being what amended linear interpolation and a luminance signal, and permuting, and the conventional technique cannot respond about the point of amendment of a highly precise chrominance signal. This invention aims at offering the signal processor which can amend the high frequency component of a chrominance signal with high degree of accuracy paying attention to this point.

(Configuration 5) It is only compensating with the chrominance signal in being what amended linear interpolation and a luminance signal, and permuting, and the conventional technique cannot respond about the point of amendment of a highly precise chrominance signal. This invention aims at offering the signal processor to which the memory space to need can amend the high frequency component of a chrominance signal with high degree of accuracy by few equipment configurations paying attention to this point.

(Configurations 6 and 7) The conventional technique cannot interpolate a chrominance signal using a contiguity pixel, or it is only compensating with the chrominance signal in being what amended the luminance signal on the same coordinate, and permuting, and it can respond neither about the case where the continuity of a signal is spoiled with an edge etc., nor the case where functionality with a luminance signal is low. Paying attention to this point, this invention aims at offering the signal processor which can amend the high frequency component of a chrominance signal, when a continuity is spoiled, or even when functionality is low.

(Configuration 8) By being what amended linear interpolation and a luminance signal, and permuting, it is only compensating with the chrominance signal and the conventional technique cannot respond about the point of generating the high frequency component beyond an input signal. This invention aims at offering the signal processor with which the high frequency component beyond an input signal is generated, contrast

is emphasized paying attention to this point, and a good output signal is acquired visually.

(Configuration 9) It is only compensating with the chrominance signal in being what amended linear interpolation and a luminance signal, and permuting, and the conventional technique cannot respond about the point of the optimal amendment of a high frequency component and a low-frequency component. This invention aims at offering the signal processor with which an escape and contrast stretching of a dynamic range are performed, and a high definition output signal is acquired paying attention to this point.

3. The operation gestalt corresponding to invention of a configuration of having described above, an operation, and the effectiveness are as follows.

(A configuration 1 thru/or 4)

(Operation gestalt of corresponding invention) The 1st operation gestalt described above at least is equivalent to the operation gestalt concerning this invention. The wavelet transform section 105 shown in drawing 1 and drawing 3 corresponds to the frequency decomposition means under configuration. Although the Harr function shown in drawing 4 as a basis function of wavelet transform corresponds, rectangular wavelet functions, such as a Daubechies function, a congruence rectangular cross wavelet function, etc. are included. R signal correlation coefficient calculation section 108 of drawing 1 and B signal correlation coefficient calculation section 109 correspond to the correlation coefficient calculation means under configuration. A correlation coefficient calculation means includes computing a correlation coefficient based on hue Seki between the output signals of two or more spectral sensitivity characteristics here. R signal RF generation section 110 of drawing 1 and B signal RF generation section 111 correspond to the RF generation means under configuration. R signal reverse wavelet transform section 112 and B signal reverse wavelet transform section 113 which are shown in drawing 1 and drawing 6 correspond to the frequency synthesis means under configuration.

[0095] The desirable example of application of the signal processor concerning this invention is as follows. The picture signal from the input section 101 shown in drawing 1 is saved at the buffer 102 for R signals, the buffer 103 for B signals, and the buffer 104 for G signals, G signal in the buffer 104 for G signals with most pixels is transmitted to the wavelet transform section 105, and it understands by the frequency to a high frequency component and a low-frequency component. Next, the high frequency component of R signal and B signal is generated by computing the correlation coefficient between this low-frequency component, R signal, and B signal in R signal correlation

coefficient calculation section 108 and B signal correlation coefficient calculation section 109, and carrying out the multiplication of the obtained correlation coefficient to the high frequency component of G signal in R signal RF generation section 110 and B signal RF generation section 111. And this generated high frequency component, original R signal, and B signal are compounded in R signal reverse wavelet transform section 112 and B signal reverse wavelet transform section 113.

[0096] (Operation) Frequency decomposition of wavelet transform etc. decomposes the signal (here G signal with most pixels) about the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a RF and low frequency among input signals. Among these, it asks for a correlation coefficient with the signal (here R, B signal) of other spectral sensitivity characteristics with little amount of information using a low-frequency component, and R as other signals and the high frequency component of B signal are generated by carrying out the multiplication of this correlation coefficient to the high frequency component of G signal.

[0097] (Effectiveness) Since it generates in application per pixel and was made to add [high frequency component] about a low-frequency component, using an original signal as it is, the high frequency component of a chrominance signal can be amended with high degree of accuracy, and an output image with it is obtained. [there is little generating of an error and high definition] Moreover, when wavelet transform is used as a frequency decomposition means, in order to share the information on a pixel mutually soon, even if it controls a high frequency component per pixel, a continuity is good, and a high definition playback image is obtained. Moreover, since frequency information and positional information are acquired by coincidence, a high frequency component is compounded in application by computing a correlation coefficient per pixel. (Configuration 5)

(Gestalt of implementation of corresponding invention) The above mentioned 2nd operation gestalt is equivalent to the operation gestalt concerning this invention. The input change section 505 of drawing 7, the DCT transducer 506, and the output change section 507 correspond to the frequency decomposition means under configuration. Moreover, the input change section 515 of drawing 7, the reverse DCT transducer 516, and the output change section 517 correspond to the frequency synthesis means under configuration.

[0098] The desirable example of application of the signal processor concerning this invention is as follows. The picture signal from the input section 501 shown in drawing 7 is saved with the buffer 502 for R signals, the buffer 503 for G signals, and the buffer 504 for B signals, and it understands by the frequency to a high frequency component

and a low-frequency component by the DCT transducer 506 for every field of predetermined size. Next, the high frequency component of R signal and B signal is generated by computing the correlation coefficient between the low-frequency components of the low-frequency component of G signal with most pixels, R signal, and B signal in R signal correlation coefficient calculation section 511 and B signal correlation coefficient calculation section 512, and carrying out the multiplication of these correlations to the high frequency component of G signal in R signal RF generation section 513 and B signal RF generation section 514. And the low-frequency component of this generated high frequency component, original R signal, and B signal is compounded by the reverse DCT transducer 516.

[0099] (Operation) It decomposes into a RF and low frequency by carrying out DCT conversion of the input signal for every field of predetermined size, for example. It asks for the correlation coefficient of G signal with most pixels, and R as other signals and B signal using this low-frequency component, and the high frequency component of R and B signal is generated by carrying out the multiplication of this correlation coefficient to the high frequency component of G signal.

[0100] (Effectiveness) In order to perform frequency decomposition and composition for every field of small size, few equipment configurations of needed memory space become possible. Moreover, since a low-frequency component is generated in application per pixel and added about the high frequency component, using an original signal as it is, the high frequency component of a chrominance signal can be amended with high degree of accuracy, and an output image with it is obtained. [there is little generating of an error and high definition]

(Configurations 6 and 7)

(Gestalt of implementation of corresponding invention) The above mentioned 3rd operation gestalt is equivalent to the operation gestalt concerning this invention. The wavelet transform section 706 shown in drawing 10 corresponds to the frequency decomposition means under configuration. Although the Harr function shown in drawing 4 corresponds as a basis function of wavelet transform, rectangular wavelet functions, such as a Daubechies function, a congruence rectangular cross wavelet function, etc. are included. R signal selection section 711 of drawing 10 , B signal selection section 712, and B signal selection section 713 correspond to the extract means under configuration. R signal-error calculation section 715 of drawing 10 and B signal-error calculation section 716 correspond to the similarity calculation means under configuration. The R signal minimum error retrieval section 717 of drawing 10 and the B signal minimum error retrieval section 718 correspond to the retrieval means

under configuration. R signal RF generation section 719 of drawing 10 and B signal RF generation section 720 correspond to the RF generation means under configuration. The reverse wavelet transform section 722 shown in drawing 10 corresponds to the frequency synthesis means under configuration.

[0101] The desirable example of application of the signal processor concerning this invention is as follows. The picture signal from the input section 701 shown in drawing 10 is saved with the buffer 702 for R signals, the buffer 703 for G signals, and the buffer 704 for B signals, the signal in each buffer is transmitted to the wavelet transform section 706, and it understands by the frequency to a high frequency component and a low-frequency component. Next, the degree of the similarity of a configuration is computed for every field of predetermined size in R signal-error calculation section 715 and B signal-error calculation section 716 by the low-frequency component between the low-frequency component of G signal with most pixels, R signal, and B signal, and it asks for the field where similarity is the highest in the R signal minimum error retrieval section 717 and the B signal minimum error retrieval section 718. Next, the high frequency component of G signal corresponding to this field is amended according to the degree of similarity in R signal RF generation section 719 and B signal RF generation section 720, and the low-frequency component of this amended high frequency component, original R signal, and B signal is compounded in the reverse wavelet transform section 722.

[0102] (Operation) Distribution decomposes an input signal into two or more frequency components by the frequency decomposition which made the local function the basis function, for example, wavelet transform. Next, the field in which a configuration is similar is searched between the low-frequency component of the signal (here G signal with most pixels) of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information, and the low-frequency component of the signal (here R, B signal) of other spectral characteristics with little amount of information, and the high frequency component of R and B signal is generated by amending the high frequency component of G signal of this field according to the degree of the similarity of a configuration.

[0103] (Effectiveness) In order to generate a high frequency component based on the similarity of a configuration, a high frequency component can be obtained also about the case where the continuity of a signal is spoiled with an edge etc., or the case where functionality with G signal is low, and a good output image is obtained also about various images.

(Configuration 8)

(Gestalt of implementation of corresponding invention) The above mentioned 4th

operation gestalt is equivalent to the operation gestalt concerning this invention. The RF emphasis section 801 of drawing 15 corresponds to the RF emphasis means under configuration. G signal reverse wavelet transform section 802 of drawing 15 and the error calculation section 803 correspond to the error calculation means under configuration. The control section 115 of drawing 15 corresponds to the control means under configuration.

[0104] The desirable example of application of the signal processor concerning this invention is as follows. G signal in the buffer 104 for G signals shown in drawing 15 is transmitted to the wavelet transform section 105, frequency decomposition is carried out at a high frequency component and a low-frequency component, and a high frequency component is emphasized by carrying out the multiplication of the multiplier alpha in the RF emphasis section 801. Next, this high frequency component and low-frequency component that were emphasized are reconfigured in G signal reverse wavelet transform section 802, and this reconstruction image computes the rate of having deviated from the regular density range, in the error calculation section 803. And the high frequency component as which R signal and B signal were emphasized using the high frequency component which controlled the value of a multiplier alpha and was emphasized that an error does not exceed a predetermined threshold by the control section 115 is generated, and R, G, and B3 signal is reconfigured from the emphasized high frequency component and a low-frequency component.

[0105] (Operation) Frequency decomposition means, such as wavelet transform or DCT conversion, decompose the signal (here G signal with most pixels) of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a high frequency component and a low-frequency component among input signals. Among these, the HARASHIN number is reconfigured using the high frequency component which emphasized the high frequency component by carrying out the multiplication of the multiplier alpha, and carried out emphasis processing further, and the value of a multiplier alpha is controlled based on extent with error. Then, it asks for the correlation coefficient of the low-frequency component of G signal, and the signal (here R, B signal) of other spectral characteristics with little amount of information, and the high frequency component which carried out emphasis processing of R and the B signal by carrying out the multiplication of this correlation coefficient to the high frequency component which carried out emphasis processing of the G signal is generated.

[0106] (Effectiveness) A good output signal is acquired by the vision target by which contrast was emphasized. Moreover, since generating of the error by emphasis processing is investigated beforehand, it is hard to generate unnatural emphasis.

Moreover, when wavelet transform is used as a frequency decomposition means, in order to share the information on a pixel mutually soon, a playback image with it is obtained. [a good continuity and] [high definition] On the other hand, when DCT conversion is used as a frequency decomposition means, the effectiveness which can make memory space small is done so.

(Configuration 9)

(Gestalt of implementation of corresponding invention) The above mentioned 5th operation gestalt is equivalent to the operation gestalt concerning this invention. G signal low frequency emphasis section 903 of drawing 17 corresponds to the reference signal low frequency emphasis means under configuration. G signal reverse wavelet transform section 905 of drawing 17 and the error calculation section 906 correspond to the error calculation means under configuration. The control section 115 of drawing 17 corresponds to the control means under configuration. G signal RF emphasis section 904 of drawing 17 corresponds to the reference signal RF emphasis means under configuration. R signal low frequency emphasis section 901 of drawing 17 and B signal low frequency emphasis section 902 correspond to the subordination signal low frequency emphasis means under configuration.

[0107] The desirable example of application of the signal processor concerning this invention is as follows. G signal in the buffer 104 for G signals shown in drawing 17 is transmitted to the wavelet transform section 105, and it understands by the frequency to a high frequency component and a low-frequency component. Next, a dynamic range is extended by carrying out BEKI ** of the multiplier beta in G signal low frequency emphasis section 903 to the low-frequency component which it normalized, and this low-frequency component and high frequency component that were extended are reconfigured in G signal reverse wavelet transform section 905. Next, this reconstruction image computes the rate of having deviated from the regular density range, in the error calculation section 906, and the value of a multiplier beta is controlled so that an error does not exceed a predetermined threshold by the control section 115. Next, the multiplier gamma to which a high frequency component is led by predetermined relational expression from a multiplier beta for every field of predetermined size corresponding to the low-frequency component extended appropriately is emphasized by carrying out multiplication. Next, the high frequency component as which BEKI ** of the above was carried out using the multiplier beta, and R signal and B signal were emphasized using the high frequency component of emphasized G signal in R signal low frequency emphasis section 901 and B signal low frequency emphasis section 902 in the low-frequency component of normalized R signal

and B signal is generated. And R, G, and B3 signal is reconfigured from the emphasized high frequency component and the low-frequency component to which the dynamic range was extended.

[0108] (Operation) Frequency decomposition means, such as wavelet transform or DCT conversion, decompose the signal (here G signal with most pixels) of the spectral sensitivity characteristic with much amount of information into a high frequency component and a low-frequency component among input signals. Among these, the HARASHIN number is reconfigured using the low-frequency component which extended the dynamic range and was further extended by normalizing a low-frequency component and carrying out BEKI ** by the multiplier beta, and the value of a multiplier beta is controlled based on extent with error. Then, the multiplier gamma to which the high frequency component of G signal is led by predetermined relational expression from a multiplier beta is emphasized by carrying out multiplication. It asks for the correlation coefficient of the low-frequency component of G signal, and the signal (here R, B signal) of other spectral sensitivity characteristics with little amount of information, and the high frequency component which carried out emphasis processing of R and the B signal by carrying out the multiplication of this correlation coefficient to the high frequency component which carried out emphasis processing of the G signal is generated. Furthermore, the dynamic range of the low-frequency component of R and B signal is extended by the multiplier beta appropriately controlled to the low-frequency component of G signal. At the end, R, G, and B3 signal is reconfigured from the emphasized high frequency component and the low-frequency component which had a die MIKKU range extended.

[0109] (Effectiveness) A high definition output signal with the contrast emphasized as the extended dynamic range is acquired. Moreover, since generating of the error by extended processing is investigated beforehand, and a parameter is controlled and the parameter of emphasis processing is also controlled collectively, it is hard to generate unnatural emphasis. Moreover, when wavelet transform is used as a frequency decomposition means, in order to share the information on a pixel mutually soon, a playback image with it is obtained. [a good continuity and] [high definition] On the other hand, when DCT conversion is used as a frequency decomposition means, the effectiveness which can make memory space small is done so.

[0110]

[Effect of the Invention] According to invention according to claim 1, the signal processor which can amend the high frequency component of a chrominance signal with high degree of accuracy can be offered. According to invention according to claim 2,

when a continuity is spoiled, or even when functionality is low, the signal processor which can amend the high frequency component of a chrominance signal can be offered. According to invention according to claim 3, the signal processor with which contrast was emphasized and with which a good output signal is acquired visually can be offered.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of the signal processor concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view of the 2 plate type CCD input section.

[Drawing 3] It is drawing showing the configuration of the wavelet transform section.

[Drawing 4] It is an explanatory view about a Harr function.

[Drawing 5] It is drawing showing the flow of signal processing in the 1st operation gestalt.

[Drawing 6] It is drawing showing the configuration of the reverse wavelet transform section.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration of the signal processor concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] It is the explanatory view of the veneer type CCD input section.

[Drawing 9] It is drawing showing the flow of signal processing in the 2nd operation gestalt.

[Drawing 10] It is drawing showing the configuration of the signal processor concerning the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 11] It is the explanatory view of the similar area search by the frequency component.

[Drawing 12] It is an explanatory view about relocation of a multiplier.

[Drawing 13] It is the flow chart of similar area search.

[Drawing 14] It is drawing showing the flow of signal processing in the 3rd operation gestalt.

[Drawing 15] It is drawing showing the configuration of the signal processor concerning the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 16] It is the explanatory view of the method of determining a multiplier alpha.

[Drawing 17] It is drawing showing the configuration of the signal processor concerning the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 18] It is drawing showing filter arrangement of a veneer type image sensor.

[Description of Notations]

101 -- The input section, 102 -- The buffer for R signals, 103 -- The buffer for B signals, 104 -- The buffer for G signals, 105 -- The wavelet transform section, 106 -- The buffer for G signal low frequency, 107 -- The buffer for G signal high frequency, 108 -- R signal correlation coefficient calculation section, 109 [-- R signal reverse wavelet transform section, 113 / -- B signal reverse wavelet transform section, 114 / -- Output section.] -- B signal correlation coefficient calculation section, 110 -- R signal correlation coefficient calculation section, 111 -- B signal high frequency generation section, 112

CORRECTION OR AMENDMENT

[Kind of official gazette] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of Patent Law

[Section partition] The 3rd partition of the 7th section

[Publication date] July 18, Heisei 15 (2003. 7.18)

[Publication No.] JP,9-284798,A

[Date of Publication] October 31, Heisei 9 (1997. 10.31)

[Annual volume number] Open patent official report 9-2848

[Application number] Japanese Patent Application No. 8-92545

[The 7th edition of International Patent Classification]

H04N 9/68 103

9/07

9/67

[FI]

H04N 9/68 103 A

9/07 A

9/67 D

[Procedure revision]

[Filing Date] April 14, Heisei 15 (2003. 4.14)

[Procedure amendment 1]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0065

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[0065] Drawing 13 is a flow chart about said similarity retrieval. Here, in $R()$, Variable Err shows the error of (12) types and Variable Scale shows [Variable i] the scale parameter s_i of (12) types for the array where $G()$ saves the frequency component of the field of G signal for the array where j saves the frequency component of the field of R signal for eight kinds of rotation patterns concerning [number / of the field of R signal / k] the field of G signal in the number of the field of G signal. Moreover, the number of the field included in R signal and G signal is set to Image.

[Procedure amendment 2]

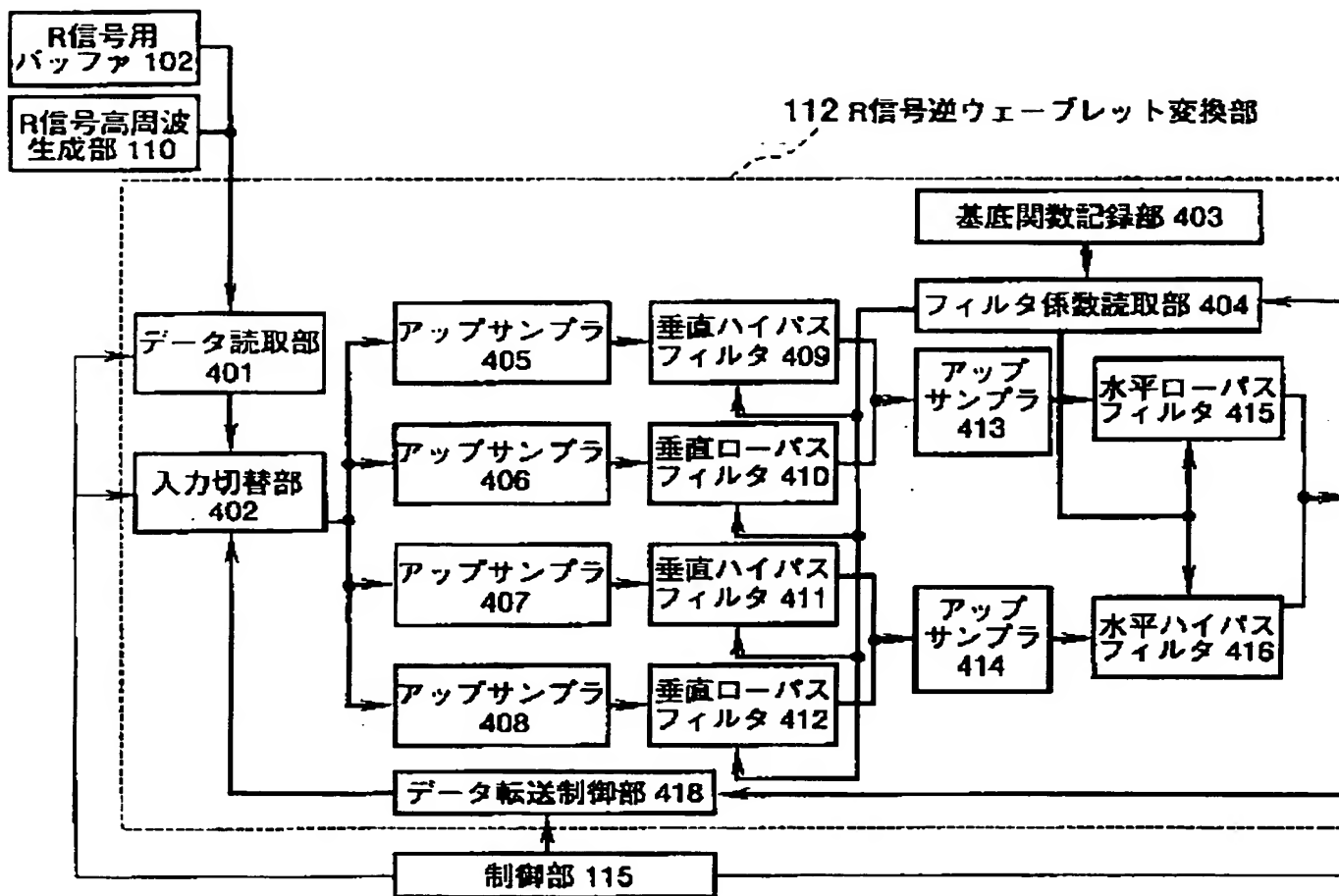
[Document to be Amended] DRAWINGS

[Item(s) to be Amended] drawing 6

[Method of Amendment] Modification

[Proposed Amendment]

[Drawing 6]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-284798

(43)公開日 平成9年(1997)10月31日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
H 0 4 N	9/68	1 0 3	H 0 4 N	9/68	1 0 3 A
	9/07			9/07	A
	9/67			9/67	D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 24 頁)

(21)出願番号 特願平8-92545

(22)出願日 平成8年(1996)4月15日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 鶴岡 建夫

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

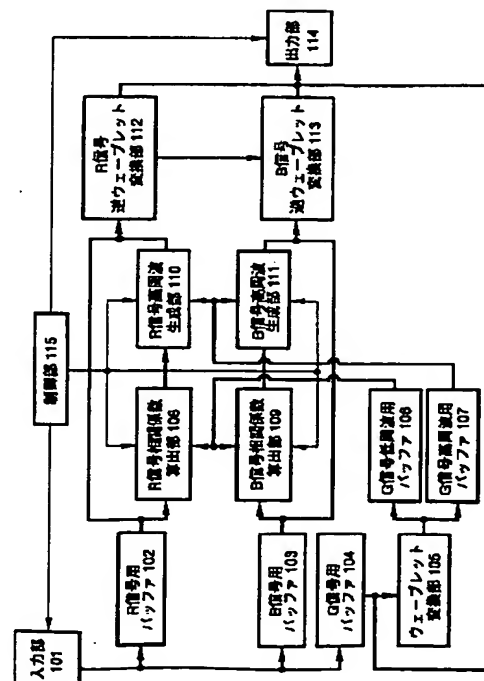
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 信号処理装置

(57)【要約】

【課題】色信号の高周波成分を高精度で補正できる信号処理装置を提供すること。

【解決手段】複数の分光感度特性を有し、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、情報量が多い分光感度特性の信号を低周波成分と高周波成分とに分解するウェーブレット変換部105と、得られた低周波成分と、情報量が少ない分光感度特性の信号との間で相関関係を算出するR、B信号相関係数算出部108、109と、得られた相関係数と高周波成分に基づいて、情報量が少ない分光感度特性の信号の高周波成分を生成するR、B信号高周波生成部110、111と、前記高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信号とを合成して高精細な出力信号を出力するR、B信号逆ウェーブレット変換部112、113とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の分光感度特性のうち、少なくとも 1 つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、

情報量が多い分光感度特性の信号を低周波成分と高周波成分とに分解する周波数分解手段と、

この周波数分解手段から得られた低周波成分と、情報量が少ない分光感度特性の信号との間で相関係数を算出する相関係数算出手段と、

この相関係数算出手段から得られた相関係数と、前記周波数分解手段から得られた高周波成分に基づいて、情報量が少ない分光感度特性の信号の高周波成分を生成する高周波生成手段と、

この高周波生成手段から得られた高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信号とを合成して高精細な出力信号を出力する周波数合成手段と、

を具備することを特徴とする信号処理装置。

【請求項 2】 複数の分光感度特性のうち、少なくとも 1 つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、

分布が局所的な関数を基底関数として信号を複数の周波数成分に分解する周波数分解手段と、

この周波数分解手段から得られた複数の周波数成分の係数から、情報量が多い分光感度特性の信号の第一の所定領域に対応する周波数成分と、情報量が少ない他の分光感度特性の信号の第二の所定領域に対応する周波数成分とを抽出する抽出手段と、

この抽出手段から得られた第一の所定領域と第二の所定領域の周波数成分間で、相似性の度合いを算出する相似性算出手段と、

この相似性算出手段から得られた相似性の度合いに基づき、前記第二の所定領域に対し最も相似性が高い前記第一の所定領域を探索する探索手段と、

この探索手段から得られた前記第一の所定領域に関する高周波成分から、相似性の度合いに基づき前記第二の所定領域の高周波成分を生成する高周波生成手段と、

この高周波生成手段から得られた高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信号とを合成して高精細な出力信 * 40

$$Y_{o,n} = Y_{o,n-1} = Y_{e,n} = Y_{e,n-1} = 2R + 3G + 2B \quad (1)$$

$$C_{o,n} = C_{e,n} = 2R - G \quad (2)$$

$$C_{o,n-1} = C_{e,n-1} = 2B - G \quad (3)$$

ただし、C y、M g、Y e はグリーン (G)、レッド (R)、ブルー (B) を用いて次式で示される。 ※

$$C y = G + B \quad (4)$$

$$M g = R + B \quad (5)$$

$$Y e = R + G \quad (6)$$

(1) 式で示されるように、輝度信号は偶数フィールド、奇数フィールドの全ラインで生成される。これに 50

* 号を出力する周波数合成手段と、

を具備することを特徴とする信号処理装置。

【請求項 3】 複数の分光感度特性のうち、少なくとも 1 つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、

情報量が多い分光感度特性の信号を低周波成分と高周波成分とに分解する周波数分解手段と、

この周波数分解手段によって分解された高周波成分に対し、1 より大なる係数 α を乗算する高周波強調手段と、

この高周波強調手段で強調された高周波成分と前記低周波成分とを合成して得られる信号が所定の範囲を逸脱している割合を算出する誤差算出手段と、

この誤差算出手段による算出結果に基づき、前記係数 α の値を制御する制御手段と、

を具備することを特徴とする信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は信号処理装置に関し、特に、入力された信号を分光感度特性により周波数分解し、情報量が多い分光感度特性の高周波成分を、情報量が少ない他の分光感度特性の高周波成分の推定に用いることでより高精細な信号を得る信号処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、安価かつ軽量の単板式撮像素子を用いた画像入力装置が普及している。このような単板式撮像素子では、一枚の撮像素子から被写体の色情報を得るために、受光面上に色フィルタをモザイク状に配置している。図 18 は、一般的に用いられているシアン (C y)、マゼンタ (M g)、イエロー (Y e)、グリーン (G) の補色モザイクフィルタの配置を示す。

【0003】 図 18 において、偶数フィールドの n ラインと $n+1$ ラインに対応する輝度信号を $Y_{o,n}$ 、 $Y_{o,n-1}$ 、色差信号を $C_{o,n}$ 、 $C_{o,n-1}$ とする。同様に奇数フィールドの n ラインと $n+1$ ラインに対応する輝度信号を $Y_{e,n}$ 、 $Y_{e,n-1}$ 、色差信号を $C_{e,n}$ 、 $C_{e,n-1}$ とすると、これらの信号は次式で示される。

【0004】

※ 【0005】

し、(2)、(3) 式で示されるように 2 つの色差信号は 1 ラインごとにしか生成されず、補間により欠落する

ラインを補っている。この後マトリックス演算を行うことでR、G、Bの三原色を得ることができる。このような方法では、色信号は輝度信号に対して1/2の情報量しかないことになる。

【0006】これに対して特開平5-56446号公報は、前記のように色差信号のみで単純な補間を行うので*

$$C' = Y (C_{low} / Y_{low})$$

これは、補正後の色差信号C'が輝度信号を補正したもので置き換えられることを意味している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記した従来技術は、第1に、線形補間や輝度信号を補正したもので置換することで色信号を補っているのみで高精度な色信号の補正という点については対応することができない。

【0009】第2に、前記した従来技術は、色信号を隣接画素を用いて補間したり、同一座標上にある輝度信号を補正したもので置換することで色信号を補っているのみで、エッジなどで信号の連続性が損なわれる場合や輝度信号との相関性が低い場合については対応することができない。

【0010】第3に、前記した従来技術は、線形補間や輝度信号を補正したもので置換することにより色信号を補っているのみで、入力信号以上の高周波成分を生成するという点については対応することができない。

【0011】本発明の信号処理装置はこのような課題に着目してなされたものであり、第1の目的は、色信号の高周波成分を高精度で補正できる信号処理装置を提供することにある。

【0012】また、第2の目的は、連続性が損なわれる場合や相関性が低い場合でも色信号の高周波成分を補正できる信号処理装置を提供することにある。また、第3の目的は、入力信号以上の高周波成分を生成してコントラストを強調し、視覚的に良好な出力信号が得られる信号処理装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記した第1の目的を達成するために、第1の発明に係る信号処理装置は、複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、情報量が多い分光感度特性の信号を低周波成分と高周波成分とに分解する周波数分解手段と、この周波数分解手段から得られた低周波成分と、情報量が少ない分光感度特性の信号との間で相関係数を算出する相関係数算出手段と、この相関係数算出手段から得られた相関係数と、前記周波数分解手段から得られた高周波成分に基づいて、情報量が少ない分光感度特性の信号の高周波成分を生成する高周波生成手段と、この高周波生成手段から得られた高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信

*なく、輝度信号の成分を用いて色差信号を補正する方法を開示している。すなわち、輝度信号Yと色信号Cをローパスフィルタによって処理することでそれぞれの低周波成分 Y_{low} と C_{low} とを得、これを用いて以下に示すように補正後の色信号C'を表現している。

【0007】

(7)

号とを合成して高精細な出力信号を出力する周波数合成手段とを具備する。

10 【0014】また、前記した第2の目的を達成するために、第2の発明に係る信号処理装置は、複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、分布が局所的な関数を基底関数として信号を複数の周波数成分に分解する周波数分解手段と、この周波数分解手段から得られた複数の周波数成分の係数から、情報量が多い分光感度特性の信号の第一の所定領域に対応する周波数成分と、情報量が少ない他の分光感度特性の信号の第二の所定領域に対応する周波数成分とを抽出する抽出手段と、この抽出手段から得られた前記第一の所定領域と前記第二の所定領域の周波数成分間で、相似性の度合いを算出する相似性算出手段と、この相似性算出手段から得られた相似性の度合いに基づき、前記第二の所定領域に対し最も相似性が高い前記第一の所定領域を探索する探索手段と、この探索手段から得られた前記第一の所定領域に関する高周波成分から、相似性の度合いに基づき前記第二の所定領域の高周波成分を生成する高周波生成手段と、この高周波生成手段から得られた高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信号とを合成して高精細な出力信号を出力する周波数合成手段とを具備する。

30 【0015】また、前記した第3の目的を達成するために、第3の発明に係る信号処理装置は、複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、情報量が多い分光感度特性の信号を低周波成分と高周波成分とに分解する周波数分解手段と、この周波数分解手段によって分解された高周波成分に対し、1より大なる係数 α を乗算する高周波強調手段と、この高周波強調手段で強調された高周波成分と前記低周波成分とを合成して得られる信号が所定の範囲を逸脱している割合を算出する誤差算出手段と、この誤差算出手段による算出結果に基づき、前記係数 α の値を制御する制御手段とを具備する。

40 【0016】すなわち、第1の発明に係る信号処理装置は、複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、まず、情報量が多い分光感度特性の信号を周波数分解手段によって低周波成分と高周波成分とに分解

する。次に、この周波数分解手段から得られた低周波成分と、情報量が少ない分光感度特性の信号との間で相関係数算出手段によって相関係数を算出し、この相関係数算出手段から得られた相関係数と、前記周波数分解手段から得られた高周波成分に基づいて、情報量が少ない分光感度特性の信号の高周波成分を高周波生成手段によって生成する。そして、この高周波生成手段から得られた高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信号とを周波数合成手段によって合成して高精細な出力信号を出力する。

【0017】また、第2の発明は、複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、まず、分布が局所的な関数を基底関数として信号を周波数分解手段によって複数の周波数成分に分解する。次に、この周波数分解手段から得られた複数の周波数成分の係数から、情報量が多い分光感度特性の信号の第一の所定領域に対応する周波数成分と、情報量が少ない他の分光感度特性の信号の第二の所定領域に対応する周波数成分とを抽出手段によって抽出する。次に、この抽出手段から得られた第一の所定領域と第二の所定領域の周波数成分間で、相似性算出手段によって相似性の度合いを算出し、この相似性算出手段から得られた相似性の度合いに基づき、第二の所定領域に対し最も相似性が高い第一の所定領域を探索手段によって探索する。そして、この探索手段から得られた第一の所定領域に関する高周波成分を相似性の度合いに基づいて第二の所定領域の高周波成分を高周波生成手段によって生成し、この高周波生成手段から得られた高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信号とを周波数合成手段によって合成して高精細な出力信号を出力する。

【0018】また、第3の発明は、複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、まず、情報量が多い分光感度特性の信号を周波数分解手段によって低周波成分と高周波成分とに分解し、この周波数分解手段によって分解された高周波成分に対し、高周波強調手段によって1より大なる係数 α を乗算する。次に、誤差算出手段によって、前記高周波強調手段で強調された高周波成分と前記低周波成分とを合成し、合成された信号が所定の範囲を逸脱している割合を算出する。そして、この誤差算出手段による算出結果に基づき、前記係数 α の値を制御手段によって制御する。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。図1は本発明の第1実施形態の構成を示す図である。図1において、TVカメラなどの入力部101は、R信号用バッファ102、B信号

用バッファ103、G信号用バッファ104に接続されている。G信号用バッファ104の出力は、ウェーブレット変換部105を介して、G信号低周波用バッファ106、G信号高周波用バッファ107に接続されている。G信号低周波用バッファ106の出力はR信号相関係数算出部108、B信号相関係数算出部109に接続され、G信号高周波用バッファ107の出力はR信号高周波生成部110、B信号高周波生成部111に接続されている。R信号用バッファ102の出力は、R信号相関係数算出部108、R信号逆ウェーブレット変換部112に接続され、B信号用バッファ103の出力は、B信号相関係数算出部109、B信号逆ウェーブレット変換部113に接続されている。

【0020】R信号相関係数算出部108はR信号高周波生成部110へ接続されており、R信号高周波生成部110はR信号逆ウェーブレット変換部112へ接続されている。B信号相関係数算出部109はB信号高周波生成部111へ接続されており、B信号高周波生成部111はB信号逆ウェーブレット変換部113へ接続されている。G信号用バッファ104、R信号逆ウェーブレット変換部112、B信号逆ウェーブレット変換部113の出力は、磁気ディスクなどの出力部114に接続されている。また、マイクロコンピュータなどの制御部115は、入力部101、R信号相関係数算出部108、B信号相関係数算出部109、R信号高周波生成部110、B信号高周波生成部111、出力部114に接続されている。

【0021】以下に、前記した構成の作用を信号の流れに従って説明する。入力部101からのRGB三信号は制御部115の制御により、R信号用バッファ102、B信号用バッファ103、G信号用バッファ104に転送される。G信号用バッファ104内のG信号は、ウェーブレット変換部105に転送され、所定の基底関数、例えばHarr関数を用いてウェーブレット変換される。この変換後の低周波成分はG信号低周波用バッファ106へ、高周波成分はG信号高周波用バッファ107へ出力される。

【0022】また、R信号相関係数算出部108は、R信号用バッファ102内のR信号とG信号低周波用バッファ106内のG信号の低周波成分との間の色相関係数を算出する。同様にB信号相関係数算出部109は、B信号用バッファ103内のB信号とG信号低周波用バッファ106内のG信号の低周波成分との間の色相関係数を算出する。各々の色相関係数は、R信号高周波生成部110とB信号高周波生成部111へ転送されて、G信号高周波用バッファ107内のG信号の高周波成分と乗算され、R信号およびB信号の高周波成分が合成される。

【0023】R信号逆ウェーブレット変換部112では、R信号用バッファ102内のR信号（低周波成分）

と、R信号高周波生成部110で合成されたR信号の高周波成分とに基づいて逆ウェーブレット変換を行い、高精彩なR信号を出力部114へ転送する。同様に、B信号逆ウェーブレット変換部113はB信号用バッファ103内のB信号（低周波成分）と、B信号高周波生成部111で合成されたB信号の高周波成分とに基づいて逆ウェーブレット変換を行い、高精細なB信号を出力部114へ転送する。また、G信号バッファ104のG信号も出力部114へ転送されるので、出力部114からはRGB三信号が出力される。

【0024】図2は図1の入力部101の具体的構成の一例を示す図である。図2に示すように、光学系200に対向してG信号用CCD201と、R、B信号用CCD202が配置されている。以下では、G信号の画素数を $s \times s$ 、R信号およびB信号の画素数を $s/2 \times s/2$ と想定する。G信号用CCD201の出力は、A/D203、ローパスフィルタ206を介してサイズ $s \times s$ のデジタル信号 G_{all} としてG信号用バッファ104に保存される。また、R、B信号用CCD202の出力は、A/D204、R/B分離回路205で分離された後、R信号についてはローパスフィルタ207を介し *

水平、垂直ハイパスフィルタ= {0.5, -0.5} (8)

水平、垂直ローパスフィルタ= {0.5, 0.5} (9)

フィルタ係数読取部304は制御部115の制御により、基底関数記録部303から所定の基底関数のフィルタ係数を読み込み、水平ハイパスフィルタ305、水平ローパスフィルタ306、垂直ハイパスフィルタ309、垂直ローパスフィルタ310、垂直ハイパスフィルタ311、垂直ローパスフィルタ312へ転送する。データ読取部301は制御部115の制御の基に、G信号用バッファ104上の信号 G_{all} を読み取ってバッファ302へ転送する。バッファ302上のデータは、図3に示すように多段階のフィルタリング処理が施された後、最終的に出力切替部317を経由してG信号低周波用バッファ106及びG信号高周波用バッファ107へ出力される。

【0027】ここでサブサンプラ307、308、313、314、315、316は、入力データ数を $1/2$ にサブサンプリングする機能を有する。サブサンプラ313の出力は水平垂直両方向の高周波成分を、サブサンプラ314の出力は垂直の高周波成分を、サブサンプラ315の出力は水平の高周波成分を、サブサンプラ316の出力は低周波成分を与える。また、データ転送制御部318は制御部115の制御の基に、サブサンプラ316の出力を所定の回数だけバッファ302へ転送し、再度フィルタリング処理させる。これにより、段階的に周波数別の展開係数が算出される。本実施形態では、G

*て、サイズ $s/2 \times s/2$ のデジタル信号 R_{all} としてR信号用バッファ102に転送される。また、B信号についてはローパスフィルタ208を介して、サイズ $s/2 \times s/2$ のデジタル信号 B_{all} としてB信号用バッファ103に転送される。G信号用CCD201とR、B信号用CCD202は、クロックジェネレータ209からのクロックに基づいて動作するG信号用CCD駆動回路210とR、B信号用CCD駆動回路211とにそれぞれ接続されている。

10 【0025】図3は、図1のウェーブレット変換部105の具体的構成の一例を示す説明図である。図3に示すように、基底関数記録部303には、Harr関数などの汎用的な基底関数の情報が記録されている。図4(a)、(b)は、基底関数として用いたHarr関数に関する説明図である。Harr関数は、図4(a)で示されるハイパスフィルタと、図4(b)で示されるローパスフィルタからなる。これらのフィルタは、次式で定義されるものである。なお、これらのフィルタは、水平および垂直方向に共通に用いられる。

20 【0026】

信号のサイズを $s \times s$ 、R信号およびB信号のサイズを $s/2 \times s/2$ と想定しているため、G信号に1回のフィルタリング処理を行う。変換の回数は変換後の低周波成分がR信号およびB信号と同サイズになるように決められる。出力切替部317は制御部115の制御の基に、サブサンプラ313、314、315からの出力 G_{100} 、 G_{101} 、 G_{102} をG信号高周波用バッファ107へ、サブサンプラ316の出力 G_{103} をG信号低周波用バッファ106へ切り替えて転送する。

【0028】図5の(a)～(g)は、前記した信号処理の流れを示す図である。図5ではR信号とG信号に関してのみ示してあるが、B信号とG信号に関しても同様である。図5の(a)、(b)は、G信号用バッファ104上の信号 G_{all} とR信号用バッファ102上の R_{all} とを示す。図5の(c)、(d)は、それぞれ前記のウェーブレット変換部105で周波数分解されたG信号低周波用バッファ106上の信号 G_{103} とG信号高周波用バッファ107上の信号 G_{100} 、 G_{101} 、 G_{102} を示す。ここで、図5の(b)の R_{101} と(c)の G_{101} は同サイズのデータであるとしている。図1に示すR信号相関係数算出部108は、信号 G_{101} と信号 R_{101} 間で次式の相関係数を算出する。

【0029】

【数1】

(6)

$$\varepsilon_{G,R}(i) = \begin{cases} G_{1LL}(i) / R_{1LL}(i) & R_{1LL}(i) \neq 0 \\ 0 & R_{1LL}(i) = 0 \end{cases} \quad (9)$$

【0030】ここで、 i は信号 R_{1LL} と信号 G_{1LL} のデータの座標を意味する。すなわち、相関係数 $\varepsilon_{G,R}$ は同一座標にある信号 G_{1LL} と信号 R_{1LL} との間で画素単位で算出される。この相関係数はR信号高周波生成部110へ転送され、G信号高周波用バッファ107上の信号*

$$R_{1HH}(i) = \varepsilon_{G,R}(i) G_{1HH}(i)$$

$$R_{1HL}(i) = \varepsilon_{G,R}(i) G_{1HL}(i)$$

$$R_{1LH}(i) = \varepsilon_{G,R}(i) G_{1LH}(i) \quad (10)$$

【0032】図5の(g)は、R信号高周波生成部110で生成された高周波成分 R_{1HH} 、 R_{1HL} 、 R_{1LH} と、R信号用バッファ102上の信号 R_{1LL} とをR信号逆ウェーブレット変換部112で逆ウェーブレット変換して算出された高精細なR信号 R_{out} を示す。

【0033】図6は、R信号逆ウェーブレット変換部112の具体的構成の一例を示す説明図である。図6においてはR信号逆ウェーブレット変換部112に関して示してあるが、B信号逆ウェーブレット変換部113に関しても同一の構成とすることができる。基底関数記録部403には、Harr関数などの汎用的な基底関数の情報が記録されている。ウェーブレット変換部105とR信号逆ウェーブレット変換部112で用いられるフィルタ情報は同一である。ウェーブレット変換におけるハイパスフィルタを $g(n)$ 、ローパスフィルタを $h(n)$ 、逆ウェーブレット変換におけるハイパスフィルタを $g'(n)$ 、ローパスフィルタを $h'(n)$ とする。両者の関係は、直交ウェーブレットの場合、 $g'(n) = g(-n)$ 、 $h'(n) = h(-n)$ となり、ウェーブレット変換のフィルタ情報から算出できる。

【0034】フィルタ係数読取部404は制御部115の制御の基に、所定の基底関数のフィルタ係数を読み込み、垂直ハイパスフィルタ412、垂直ローパスフィルタ410、垂直ハイパスフィルタ411、垂直ローパスフィルタ412、水平ローパスフィルタ415、水平ハイパスフィルタ416へ転送する。データ読取部401と入力切替部402は制御部115の制御の基に、R信号用バッファ102とR信号高周波生成部110からのデータを各フィルタへ転送する。このデータに対して図6に示すように多段階のフィルタリング処理が施されて、その結果が最終的に出力切替部417を経由して出力部114またはデータ転送制御部418へ出力される。

【0035】ここでアップサンブラ405、406、407、408、413、414は、入力データ数を2倍にアップサンプリングする機能を有する。制御部115

* G_{1HH} 、 G_{1HL} 、 G_{1LH} と乗算されて、図5の(f)のR信号の高周波成分 R_{1HH} 、 R_{1HL} 、 R_{1LH} が生成される。

【0031】

【数2】

はデータ転送制御部418を制御して、出力切替部417の出力を所定の回数だけ入力切替部402へ転送し、再度フィルタリング処理を行わせる。これにより、段階的に画像が再構成される。本実施形態では、R信号およびB信号のサイズを $s/2 \times s/2$ と想定しているため、1回のフィルタリング処理を行う。図5の(g)は、逆ウェーブレット変換を行い再構築された再生画像を示す。

【0036】前記したように第1実施形態では、入力信号のうち最も画素数の多いG信号をウェーブレット変換により高周波成分と低周波成分に分解し、このうち低周波成分を用いて他の信号との相関係数を求め、得られた相関係数をG信号の高周波成分と乗算することで他の信号の高周波成分を生成する。このとき低周波成分については本来の信号をそのまま使い、高周波成分については本来的に、すなわち、生成される高周波成分を画素単位で制御しつつ付加するようにしたので、色信号の高周波成分を高精度で補正することができ、これによって、エラーの発生が少なく高精細な出力画像が得られる。

【0037】また、ウェーブレット変換は近傍画素の情報を共有し合うため、画素単位で高周波成分を制御しても連続性が良く、高画質な再生画像が得られる。以下に、本発明の第2実施形態を説明する。図7は第2実施形態の構成を示す図である。図7において、TVカメラなどの入力部501は、R信号用バッファ502、G信号用バッファ503、B信号用バッファ504を介して入力切替部505に接続されている。入力切替部505の出力は出力部520に直接接続されるとともに、DC T変換部506、出力切替部507を介してR信号周波数成分バッファ508、G信号周波数成分バッファ509、B信号周波数成分バッファ510に接続されている。R信号周波数成分バッファ508の出力はR信号相関係数算出部511、入力切替部515に接続され、G信号周波数成分バッファ509の出力はR信号相関係数算出部511、B信号相関係数算出部512、R信号高周波生成部513、B信号高周波生成部514に接続さ

れ、B信号周波数成分バッファ510の出力はB信号相関係数算出部512、入力切替部515に接続されている。

【0038】さらにR信号高周波生成部513とB信号高周波生成部514の出力は、入力切替部515、逆DCT変換部516、出力切替部517を介して補正R信号用バッファ518、補正B信号用バッファ519に接続されている。補正R信号用バッファ518、補正B信号用バッファ519は、磁気ディスクなどの出力部520に接続されている。また、マイクロコンピュータなどの制御部521は、入力部501、入力切替部505、出力切替部507、R信号相関係数算出部511、B信号相関係数算出部512、R信号高周波生成部513、B信号高周波生成部514、入力切替部515、出力切替部517、出力部520に接続されている。

【0039】以下に、前記した構成の作用を信号の流れに従って説明する。図7において、入力部501からのRGB三信号は、制御部521の制御により、R信号用バッファ502、G信号用バッファ503、B信号用バッファ504に転送される。各バッファ内の信号は、制御部521の制御に基づき、入力切替部505を通して順次所定サイズの領域がDCT変換部506に転送されて周波数分解される。本実施形態では、一例として8×8サイズを想定する。この領域は重複しないように設定され、RGBの順に同一座標の信号がDCT変換部506に転送される。

【0040】DCT変換部506では、公知のDCT変換が施され、各出力信号が制御部521の制御に基づき出力切替部507を通して順次R信号周波数成分バッファ508、G信号周波数成分バッファ509、B信号周波数成分バッファ510へ転送される。R信号相関係数算出部511は、R信号周波数成分バッファ508とG信号周波数成分バッファ509内の所定の低周波成分、例えば2×2サイズの低周波成分間で相関係数を算出する。同様にB信号相関係数算出部512は、B信号周波数成分バッファ510とG信号周波数成分バッファ509内の低周波成分間で相関係数を算出する。各々の相関係数は、R信号高周波生成部513とB信号高周波生成部514へ転送されてG信号周波数成分バッファ509の高周波成分と乗算され、R信号およびB信号の高周波成分が合成される。この高周波成分は、前記2×2サイズの低周波成分を除く周波数成分を意味する。

【0041】R信号高周波生成部513とB信号高周波生成部514で生成された高周波成分と、R信号周波数成分バッファ508とG信号周波数成分バッファ509内の低周波成分は入力切替部515へ転送される。入力切替部515は、制御部521の制御に基づきR信号の高周波成分と低周波成分を逆DCT変換部516へ転送

し、次にB信号の高周波成分と低周波成分を逆DCT変換部516へ転送する。逆DCT変換部516では公知の逆DCT変換がなされ、各出力信号が制御部521の制御に基づき、出力切替部517を通して順次補正R信号用バッファ518、補正B信号用バッファ519へ転送される。また、入力切替部505は出力部520に接続されておりG信号用バッファ503のG信号が出力部520へ出力される。出力部520には、制御部521の制御に基づき、補正R信号用バッファ518、入力切替部505、補正B信号用バッファ519からのRGB三信号が順次出力される。

【0042】図8は図7の入力部501の具体的構成の一例を示す図である。光学系600に対向して単板CCD601が配置されている。単板CCD601は、例えば図18に示されるような補色型のCCDである。CCD601からの出力信号は、A/D602を介して、色分離回路603において前記した(1)、(2)、

(3)式に示される輝度信号と2つの色差信号に分離される。分離された各信号はそれぞれプロセス回路604、605、606で処理された後、マトリクス回路607、ローパスフィルタ608、609、610を介してRGBの三信号に変換され、R信号用バッファ502、G信号用バッファ503、B信号用バッファ504に保存される。また、CCD601にはクロックジェネレータ614からのクロックに基づいて動作するCCD駆動回路615が接続されている。ここで得られるRGBの三信号はいずれも同サイズとなっているが、輝度信号に対応するG信号は撮像素子の画素数が多く、高周波成分を多く含む信号である。一方、その他のR、B信号は撮像素子の画素数の少ない色差信号から合成されるため、高周波成分が乏しい信号となっている。

【0043】図9の(a)～(h)は前記した信号処理の流れを示す図である。図9ではR信号とG信号に関して示してあるが、B信号とG信号に関しても同様である。図9の(a)、(b)は、R信号用バッファ502上のR信号と、G信号用バッファ503上のG信号を示す。これらの信号は所定サイズ、本実施形態では8×8サイズの重複しない領域に分割される。図9の(c)、(d)、(e)、(f)は、それぞれR信号とG信号の同一座標の領域がDCT変換部506にて周波数分解されたデータを示す。本実施形態では原点となる左上に低周波成分を配置し、右下へ高周波成分を配置している。図9の(c)、(e)は2×2サイズの低周波成分を、(d)、(f)はその他の高周波成分を示している。R信号相関係数算出部511は、図9の(c)、(e)の低周波成分間で次式の相関係数を算出する。

【0044】

【数3】

$$\varepsilon_{G,R}^j = \begin{cases} \frac{\sigma_{G,R}^j}{\sqrt{\sigma_{G,G}^j \sigma_{R,R}^j}} & \sigma_{G,G}^j \sigma_{R,R}^j \neq 0 \\ 0 & \sigma_{G,G}^j \sigma_{R,R}^j = 0 \end{cases} \quad (11)$$

$$\text{where } \sigma_{G,R}^j = \frac{1}{4} \sum_{k=1,4} (G^j(k) - G_a^j)(R^j(k) - R_a^j)$$

【0045】ここで、jは領域を、kは低周波成分の座標を意味する。また σ^j は、j番目の領域の共分散を意味し、 R^j 、 G^j はj番目の領域の平均値を意味する。この相関係数 $\varepsilon_{G,R}^j$ はR信号高周波生成部513へ転送されて、G信号周波数成分バッファ509上の高周波成分と乗算され、図9の(g)に示されるようなR信号の高周波成分が生成される。R信号用バッファ502上の本来のR信号の低周波成分と、R信号高周波生成部513で生成された高周波成分は、逆DCT変換部516にて逆変換が施される。図9の(h)は、前記した過程を全ての領域に対して反復的に行なって算出された高精細なR信号を示す。

【0046】前記したように第2実施形態では、入力信号を所定サイズの領域に分割して、各領域ごとに周波数分解し、最も画素数の多いG信号の低周波成分を用いて他の信号の低周波成分との相関係数を求め、この相関係数をG信号の高周波成分と乗算することで他の信号の高周波成分を生成する。このとき低周波成分については本来の信号をそのまま用い、高周波成分のみを各領域ごとに適用的に生成するようにしたので、色成分の高周波成分を高精度で補正することができ、これによって、エラーの発生が少なく高精細な出力画像が得られる。また、領域ごとに信号処理を反復的に行うため、必要とされるメモリ容量が少なく、装置を安価に構成することができる。

【0047】なお、第2実施形態では領域のサイズを8×8とし、低周波の領域のサイズを2×2としているがこれに限定される必要はなく、自由な設定が可能である。例えば領域のサイズを4×4とし、低周波の領域のサイズを1×1とすることも可能である。低周波の領域のサイズを1×1とすると、(11)式での共分散が常に0となり相関係数が算出できないが、この場合は第1実施形態における(9)式を用いて算出すればよい。また、第2実施形態ではDCT変換部と逆DCT変換部を1つとし、これを切り替えて三信号を処理しているがこれに限定される必要はない。処理速度を重視する場合は、三信号ごとに個別の変換部を設けてもよい。また、DCT変換以外の変換方法として、フーリエ変換やアダマール変換など周波数分解の変換を用いることも可能である。

【0048】また、前記した第1実施形態では(9)式に基づいてR信号の相関係数を算出し、第2実施形態では(11)式に基づいてR信号の相関係数を算出したが、(9)式を用いて第2実施形態における相関係数を算出し、(11)式を用いた第1実施形態における相関係数を算出するようにしてもよい。

【0049】以下に本発明の第3実施形態を説明する。図10は第3実施形態の構成を示す図である。図10において、TVカメラなどの入力部701は、R信号用バッファ702、G信号用バッファ703、B信号用バッファ704を介して入力切替部705に接続されている。入力切替部705の出力は出力部726に直接接続されるとともに、ウェーブレット変換部706、出力切替部707を介してR信号周波数成分バッファ708、G信号周波数成分バッファ709、B信号周波数成分バッファ710に接続されている。

【0050】R信号周波数成分バッファ708、G信号周波数成分バッファ709、B信号周波数成分バッファ710の出力は、それぞれR信号選択部711、G信号選択部712、B信号選択部713に接続されている。G信号選択部712は、係数再配置部714を介してR信号誤差算出部715、B信号誤差算出部716、R信号高周波生成部719、B信号高周波生成部720に接続されている。また、R信号選択部711はR信号誤差算出部715、入力切替部721に接続され、B信号選択部713はB信号誤差算出部716、入力切替部721に接続されている。

【0051】さらにR信号誤差算出部715はR信号最小誤差探索部717、R信号高周波生成部719を介して入力切替部721に接続され、B信号誤差算出部716はB信号最小誤差探索部718、B信号高周波生成部720を介して入力切替部721に接続されている。入力切替部721の出力は逆ウェーブレット変換部722、出力切替部723を介して補正R信号用バッファ724と補正B信号用バッファ725に接続されている。補正R信号用バッファ724、補正B信号用バッファ725は出力部726に接続されている。また、マイクロコンピュータなどの制御部727は、入力部701、入力切替部705、出力切替部707、R信号選択部711、G信号選択部712、B信号選択部713、係数再

配置部 714、R 信号最小誤差探索部 717、B 信号最小誤差探索部 718、R 信号高周波生成部 719、B 信号高周波生成部 720、入力切替部 721、出力切替部 723、出力部 726 に接続されている。

【0052】以下に前記した構成の作用を説明する。入力部 701 からの RGB 三信号は、制御部 727 の制御により、R 信号用バッファ 702、G 信号用バッファ 703、B 信号用バッファ 704 に転送される。RGB 三信号は第 2 実施形態と同様に、輝度信号に対応する G 信号は高周波成分を多く含む信号であり、R、B 信号は高周波成分が乏しい信号となっている。前記した各バッファ内の信号は、制御部 727 の制御に基づき入力切替部 705 を通して順次ウェーブレット変換部 706 に転送されて周波数分解される。第 3 実施形態では、2 回の分解を想定するが、これは G 信号と他の信号間の高周波成分の違いにより調整される。また、入力切替部 705 は G 信号に関してのみ出力部 726 へ出力を行う。

【0053】ウェーブレット変換部 706 では、第 1 実施形態と同様に変換がなされ、各出力信号が制御部 727 の制御に基づき出力切替部 707 を通して順次 R 信号周波数成分バッファ 708、G 信号周波数成分バッファ 709、B 信号周波数成分バッファ 710 へ転送される。各バッファ内の周波数成分は、R 信号選択部 711、G 信号選択部 712、B 信号選択部 713 に入力されて、原信号の所定サイズの領域、例えば 4×4 サイズの領域に対応する 16 個の周波数成分が選択される。

【0054】R 信号選択部 711 で選択された周波数成分は、R 信号誤差算出部 715、入力切替部 721 へ転送され、B 信号選択部 713 で選択された周波数成分は、B 信号誤差算出部 716、入力切替部 721 へ転送される。一方、G 信号選択部 712 で選択された周波数成分は、係数再配置部 714 にて所定の変換がなされた後、R 信号誤差算出部 715、B 信号誤差算出部 716、R 信号高周波生成部 719、B 信号高周波生成部 720 へ転送される。R 信号誤差算出部 715 では、R 信号選択部 711 からの R 信号周波数成分と係数再配置部 714 からの G 信号周波数成分で所定数の低周波成分、例えば 3 個の低周波成分を用いて、その形態に関する類似性の誤差が求められる。ここでは制御部 727 が R 信号選択部 711、G 信号選択部 712、係数再配置部 714 を制御することで、R 信号誤差算出部 715 において一つの R 信号の領域に対して G 信号の全ての領域での類似性の誤差が算出される。

【0055】R 信号最小誤差探索部 717 は、前記 R 信

号誤差算出部 715 で算出された誤差に基づき最小誤差を与える領域を探索し、この類似性に関する度合いを係数として R 信号高周波生成部 719 へ転送する。R 信号高周波生成部 719 では、係数再配置部 714 から転送された G 信号周波数成分の高周波成分に関して、前記類似性に関する係数を乗算して R 信号の高周波成分を生成する。同様に、B 信号誤差算出部 716、B 信号最小誤差探索部 718、B 信号高周波生成部 720 においても B 信号と G 信号間で類似する領域が探索され、これに基づき B 信号の高周波成分が生成される。

【0056】入力切替部 721 は制御部 727 の制御に基づき、R 信号選択部 711 からの R 信号の低周波成分と、R 信号高周波生成部 719 からの R 信号の高周波成分とを切り替えて逆ウェーブレット変換部 722 に転送する。同様に入力切替部 721 は、B 信号選択部 713 からの B 信号の低周波成分と、B 信号高周波生成部 720 からの B 信号の高周波成分とを切り替えて逆ウェーブレット変換部 722 に転送する。

【0057】逆ウェーブレット変換部 722 では所定回数、本実施形態では 2 回の逆変換を行い、その結果を出力切替部 723 を介して補正 R 信号用バッファ 724 または補正 B 信号用バッファ 725 へ転送する。出力部 726 には制御部 727 の制御に基づき、補正 R 信号用バッファ 724、入力切替部 705、補正 B 信号用バッファ 725 からの RGB 三信号が出力される。

【0058】図 11 は、R 信号と G 信号の周波数成分による類似領域の探索法を示す。図 11 の (a) は R 信号の 4×4 サイズの領域 r_i を示し、図 11 の (b) はこの領域 r_i に近似する G 信号の領域 g_j を示している。ここで i, j はそれぞれの信号の領域の番号を意味する。図 11 の (c)、(d) は、図 11 の (a)、

(b) の画像に 2 段階のウェーブレット変換を施した周波数成分を示す。 4×4 の領域 r_i は、図 11 の (c) に示すように $r_{i,1} \sim r_{i,16}$ までの 16 個の周波数成分に分解される。同様に g_j は、図 11 の (d) に示すように $g_{j,1} \sim g_{j,16}$ までの 16 個の周波数成分に分解される。 r_i と g_j 間で類似性の度合を調べるにおいて、両者の低周波成分を用いる。ここでは $r_{i,1} \sim r_{i,4}$ と $d_{j,1} \sim d_{j,4}$ の係数を比較するものとする。また、 $r_{i,1}$ と $g_{j,1}$ は、それぞれ各ブロックの平均濃度であるバイアスを意味するため使用しない。よって、 r_i と g_j 間の類似性を示す誤差 E_{rr} は、次式で定義される。

【0059】

【数 4】

$$E r r = \sum_{k=2,4} (e_i g_{j,k} - r_{i,k})^2 \quad (12)$$

$$\text{where } s_i = \begin{cases} \frac{\sum_{k=2,4} r_{i,k} g_{j,k}}{\sum_{k=2,4} \{g_{j,k}\}^2} & \sum_{k=2,4} \{g_{j,k}\}^2 \neq 0 \\ 0 & \sum_{k=2,4} \{g_{j,k}\}^2 = 0 \end{cases}$$

【0060】ここで、 s_i は濃度のスケールを示すパラメータである。なお、ここでは類似領域の探索にR信号とG信号との間で同じサイズの領域を指定しているが、これらのサイズは異なってもよい。

【0061】図12は、係数再配置部714における係数の再配置に関する説明図である。図12の(a)は、G信号周波数成分バッファ709から転送された本来の展開係数 $g_{j,1} \sim g_{j,16}$ の配置と、その方向を示す矢印を示している。説明の便宜上、展開係数 $g_{j,1} \sim g_{j,16}$ をa~pまでのアルファベットで示す。また、これらの展開係数は展開のレベルにより G_1 と G_2 に、用いられたフィルタにより G_{1L} 、 G_{1H} 、 G_{2L} 、 G_{2H} に分類される。

【0062】第1実施形態の図3におけるサブサンプラ313の出力は水平垂直両方向の高周波成分 G_{1H} を、サブサンプラ314の出力は垂直の高周波成分 G_{2H} を、サブサンプラ315の出力は水平の高周波成分 G_{1L} を、サブサンプラ316の出力は低周波成分 G_{2L} を与える。展*

$$G_{1H} \longleftrightarrow -G_{2H}, \quad -G_{2H}$$

ここで、mはウェーブレット変換の展開のレベルを意味し、本実施形態では $m=1, 2$ である。図12の(c)~(h)は、同様に回転と対称変換に関する係数の変換を示している。図12は、二段階のウェーブレット変換の場合を図示するものであるが、これらの規則性は任意の段階のウェーブレット変換においても同等に成立する。

【0064】係数再配置部714にて前記の規則性に基づき変換された8種類のパターンに関して、(12)式により誤差 $E r r$ がR信号誤差算出部715で算出される。G信号選択部712、係数再配置部714は制御部727の制御に基づき、一つのR信号の領域に対しG信号から得られる全ての領域に関するデータをR信号誤差算出部715に転送する。R信号最小誤差探索部717は、前記R信号誤差算出部715で算出された全ての誤差に基づき最小誤差を与える領域を探索し、この領域に関するスケールパラメータ s_i と前記8種類のパターンを示す係数 p_i をR信号高周波生成部719へ転送する。

【0065】図13は、前記類似性探索に関するフロー

* 関係数a~pは G_{2L} にa、 G_{2H} にb、 G_{2H} にc、 G_{2L} にd、 G_{1H} にe、f、g、h、 G_{1H} にi、j、k、l、 G_{1L} にm、n、o、pが属することになる。形状の類似性の探索には、G信号の領域をそのまま用いるだけではなく、90度間隔での4回転と対称変換を組み合わせた計8種類のパターンとの比較を行うことでより多様な形状との比較が可能となる。

【0063】これら8種類のパターンを予め作成しておき、これらにウェーブレット変換を行うことも考えられるが、計算量及びメモリ容量の観点から問題となる。ここでは、展開係数の再配置と符号の反転操作により8種類のパターンと等価な効果を得る。図12の(b)は、図12の(a)を90度反時計方向に回転した例である。異なるのは、 G_{2H} と G_{2L} 、 G_{1H} と G_{1L} の配置が交換されていることと、 G_{2H} 、 G_{2L} 、 G_{1H} 、 G_{1L} の符号が反転していることである。以上をまとめると、

$$(13)$$

チャートである。ここで、変換iはR信号の領域の番号を、jはG信号の領域の番号を、kはG信号の領域に関する8種類の回転パターンを、 $R()$ はR信号の領域の周波数成分を保存する配列を、 $G()$ はG信号の領域の周波数成分を保存する配列を、変数 $E r r$ は(12)式の誤差を、変数 $S c a l e$ は(12)式のスケールパラメータ s_i を示す。また、R信号およびG信号に含まれる領域の個数を $I m a g e$ とする。

【0066】まず、S1にて、iに0が代入される。S2にて、配列 $R()$ にR信号のi番目の領域の周波数成分が、 $G()$ にG信号の0番目の領域の0番目の回転パターンの周波数成分が代入される。

【0067】S3にて、前記 $R()$ と $G()$ 間で(12)式に基づいて誤差とスケールパラメータが算出され、誤差が変数 $B e s t_E r r$ へ、スケールパラメータが変数 $B e s t_S c a l e$ へ代入される。

【0068】また、変数 $B e s t_G$ と変数 $B e s t_P i$ に0が代入される。S4、S5にてj、kに0が代入される。S6で、配列 $R()$ にR信号のi番目の領域の周波数成分が、 $G()$ にG信号のj番目の領域の

k 番目の回転パターンの周波数成分が代入される。

【0069】S7にて、前記R () とG () 間で (12) 式による誤差とスケールパラメータが算出され、誤差とスケールパラメータがErrとScaleに代入される。

【0070】S8にて、ErrとBest_Errが比較され、Best_Errが大なる場合はS9へ、小なる場合はS10へ分岐する。S9では、Best_ScaleにScaleが、Best_ErrにErrが、Best_Gにjが、Best_Piにkが代入され

る。
【0071】S10～S13では、j、kに1が加算され、kが8を、jがImageを越えない限り前記処理を反復する。S14では、Best_Scale、Best_G、Best_Piが出力される。

【0072】S15、S16では、iに1が加算され、Imageを越えない限り前記処理を反復する。前記した過程により、一つのR信号の領域に対して、G信号から得られる全ての領域中の最も類似する領域が得られる。

【0073】図14の(a)～(h)は、前記した信号処理の流れを示す図である。図14においてはR信号と*

$$r_{i,k} = s_i \cdot g_{j,k}$$

ここで、kは図11の(c)、(d)に示される係数でk=5～16である。図14の(g)は、生成されたR信号の高周波成分R_{10H}、R_{11H}、R_{12H}を示す。図14の(h)は、生成された高周波成分R_{10H}、R_{11H}、R_{12H}と、R信号周波数成分バッファ708上のR_{21L}、R_{22L}、R_{23L}、R_{24L}とを逆ウェーブレット変換部722で逆ウェーブレット変換して算出した高精細なR信号R_{0L}を示す。

【0075】前記したように第3実施形態では、入力信号を所定サイズの領域に分割して周波数分解し、最も画素数の多いG信号の低周波成分に対して他の信号の低周波成分と形状の類似する領域を求め、この領域のG信号の高周波成分に基づき他の信号の高周波成分を生成する。このとき低周波成分については本来の信号をそのまま用い、高周波成分のみを各領域ごとに適用的に生成するため、色信号の高周波成分を高精度で補正することができ、これによって、エラーの発生が少なく高精細な出力画像が得られる。また、形状の類似性に基づき高周波成分を求めるため、エッジなどで信号の連続性が損なわれる場合やG信号との相関性が低い場合についても高周波成分を得ることができ、多様な画像に関しても良好な出力画像が得られる。

【0076】なお、第3実施形態では領域のサイズを4×4としているがこれに限定される必要はなく、自由な設定が必要である。また、第3実施形態ではウェーブレット変換および逆ウェーブレット変換部を1つとし、これを切り替えて三信号を処理しているがこれに限定され

* G信号に関して示してあるが、B信号とG信号に関しても同様である。図14の(a)、(b)は、R信号用バッファ702上のR信号R_{0L}とG信号用バッファ703上のG信号G_{0L}を示す。これらの信号は所定サイズ、本実施形態では4×4サイズの重複しない領域に分割される。図14の(c)、(d)、(e)、(f)は、ウェーブレット変換部706で周波数分解されたR信号周波数成分バッファ708上のR_{21L}、R_{22L}、R_{23L}、R_{24L}、R_{11H}、R_{12H}、R_{13H}とG信号周波数成分バッファ709上のG_{21L}、G_{22L}、G_{23L}、G_{24L}、G_{11H}、G_{12H}、G_{13H}を示す。R信号誤差算出部715とR信号最小誤差探索部717は、図14の(c)のR_{21H}、R_{22H}、R_{23H}と、図14の(e)のG_{21H}、G_{22H}、G_{23H}との間で前記のスケールパラメータs_iと8種類のパターンを示す係数p_iを算出する。この係数はR信号高周波生成部719へ転送され、係数p_iからG_{11H}、G_{12H}、G_{13H}に関して図12に示す係数の再配置を行なった後、スケールパラメータs_iをG_{11H}、G_{12H}、G_{13H}に乗算する。図11の(c)、(d)に示される、領域ごとの成分については次次の処理がなされる。

【0074】

(14)

る必要はない。処理速度を重視する場合は、三信号ごとに個別の変換部を設けてもよい。

【0077】以下に本発明の第4実施形態を説明する。図15は第4実施形態の構成を示す図である。基本的に第1実施形態の構成と同等であるが、第4実施形態では第1実施形態におけるG信号高周波用バッファ107以降の構成を変更し、高周波強調部801、G信号逆ウェーブレット変換部802、誤差算出部803を付加した構成になっている。

【0078】G信号高周波用バッファ107の出力は高周波強調部801を介して、R信号高周波生成部110、B信号高周波生成部111、G信号逆ウェーブレット変換部802に接続されている。G信号逆ウェーブレット変換部802は、高周波強調部801とG信号低周波用バッファ106からの入力を受け、出力部114、誤差算出部803に接続されている。誤差算出部803は高周波強調部801に接続され、制御部115は、R信号相関係数算出部108、R信号高周波生成部110、B信号相関係数算出部109、B信号高周波生成部111、高周波強調部801、誤差算出部803に接続されている。

【0079】以下に前記した構成の作用を説明する。入力部101からのR G B三信号は、制御部115の制御により、R信号用バッファ102、B信号用バッファ103、G信号用バッファ104に転送される。G信号用バッファ104内のG信号は、ウェーブレット変換部105に転送され、ウェーブレット変換される。ウェーブ

レット変換後の低周波成分はG信号低周波用バッファ106へ、高周波成分はG信号高周波用バッファ107へ出力される。G信号高周波用バッファ107の高周波成分は、高周波強調部801に転送され、所定の係数 α で乗算される。

【0080】図16は、高周波強調部801における係数 α の決定法に関する説明図である。係数 α の初期値としては、例えば1.5が設定されている。強調処理されたG信号の高周波成分とG信号低周波用バッファ106の低周波成分に基づいて、G信号逆ウェーブレット変換部802にてG信号が再構成される。誤差算出部803では再構成されたG信号の濃度範囲を調査し、所定の範囲、例えば8bitの濃度レベルなら0~255の範囲を逸脱する画素数の割合を調査する。図16(a)に示されるように、この割合が所定の閾値、例えば1%を超えない場合、高周波強調部801は、係数 α を増加させて再度強調処理を行う。一方、図16(b)に示されるように所定の閾値を超えている場合には、係数 α を減少させて再度強調処理を行う。この誤差の割合が、超過から未満または未満から超過になった時点で強調処理を終了する。

【0081】G信号の高周波成分の処理が終了した後、R信号相関係数算出部108はR信号用バッファ102内のR信号とG信号低周波用バッファ106内のG信号の低周波成分との間で色相関係数を算出する。同様にB信号相関係数算出部109は、B信号用バッファ103内のB信号とG信号低周波用バッファ106内のG信号の低周波成分との間で色相関係数を算出する。各々の色相関係数は、R信号高周波生成部110とB信号高周波生成部111へ転送され、高周波強調部801内の強調処理されたG信号の高周波成分と乗算され、R信号およびB信号の高周波成分が合成される。

【0082】R信号逆ウェーブレット変換部112は、R信号用バッファ102内のR信号（低周波成分）と、R信号高周波生成部110で合成されたR信号の高周波成分とに基づいて逆ウェーブレット変換を行い、高精細なR信号を出力部114へ転送する。同様に、B信号逆ウェーブレット変換部113はB信号用バッファ103内のB信号（低周波成分）と、B信号高周波生成部111で合成されたB信号の高周波成分とに基づいて逆ウェーブレット変換を行い、高精細なB信号を出力部114へ転送する。また、G信号逆ウェーブレット変換部802のG信号も出力部114へ出力され、出力部114からはRGB三信号が出力される。

【0083】前記したように第4実施形態では、入力信号のうち最も画素数の多いG信号をウェーブレット変換により高周波と低周波に分割し、この高周波成分を強調処理する。そして、低周波成分を用いて他の信号との相関係数を求め、この相関係数を強調処理したG信号の高周波成分と乗算することで他の信号の高周波成分を生成

する。このとき低周波成分については本来の信号をそのまま用い、高周波成分は画素単位で適用的に生成されるため、色信号の高周波成分を高精度で補正することができ、これによって、エラーの発生が少なく高精細な出力画素が得られる。また、高周波成分は誤差の割合が所定の閾値を超えない範囲で強調処理を行っているため、コントラストの強調された視覚的に良好な出力信号を得られる。

【0084】なお、第4実施形態では強調処理のための係数 α を誤差の割合が閾値を越えないように自動的に調整しているが、これに限定される必要はない。手動で係数 α を求めることも可能であり、この場合は誤差算出部803を省略することができる。

【0085】以下に本発明の第5実施形態を説明する。図17は第5実施形態の構成を示す図である。第5実施形態の構成は基本的に第1実施形態の構成と同等であるが、第5実施形態は、第1実施形態にR信号低周波強調部901、B信号低周波強調部902、G信号低周波強調部903、G信号高周波強調部904、G信号逆ウェーブレット変換部905、誤差算出部906を付加した構成になっている。R信号用バッファ102の出力に接続されたR信号低周波強調部901は、R信号逆ウェーブレット変換部112に接続されている。B信号用バッファ103の出力に接続されたB信号低周波強調部902は、B信号逆ウェーブレット変換部113に接続されている。G信号低周波用バッファ106の出力に接続されたG信号低周波強調部903は、G信号逆ウェーブレット変換部905に接続されている。G信号高周波用バッファ107はG信号高周波強調部904を介して、R信号高周波生成部110、B信号高周波生成部111、G信号逆ウェーブレット変換部905に接続されている。G信号逆ウェーブレット変換部905は、G信号高周波強調部904とG信号低周波強調部903の出力に接続されるとともに、出力部114、誤差算出部906に接続されている。誤差算出部906は、G信号高周波強調部904に接続され、制御部115は、R信号相関係数算出部108、R信号高周波生成部110、R信号低周波強調部901、B信号相関係数算出部109、B信号高周波生成部111、B信号低周波強調部902、G信号低周波強調部903、G信号高周波強調部904、誤差算出部906に接続されている。

【0086】以下に前記した構成の作用を説明する。入力部101からのRGB三信号は、制御部115の制御により、R信号用バッファ102、B信号用バッファ103、G信号用バッファ104に転送される。G信号用バッファ104内のG信号は、ウェーブレット変換部105にてウェーブレット変換される。ウェーブレット変換後の低周波成分はG信号低周波用バッファ106へ、高周波成分はG信号高周波用バッファ107へ出力される。G信号低周波用バッファ106の低周波成分G_{low}

は、G信号低周波強調部903にて次式に基づいて濃度の最大値 M_{\max} で正規化された後、所定の係数 β でべき乗される。第5実施形態では8bitの濃度レンジを想*

$$G'_{1LL} = M_{\max} \left(\frac{G_{1LL}}{M_{\max}} \right)^{\beta}$$

【0088】係数 β は、 $\beta < 1$ の場合は暗部のレンジを拡張し、 $\beta > 1$ の場合は明部のレンジを拡張することになる。よって、G信号低周波強調部903ではG信号の低周波成分の平均濃度値から明部または暗部を判断して、係数 β の初期値を設定する。一例として、8bitの濃度レベルなら0~255の範囲となるので、低周波成分の平均濃度値が128以下なら暗部、以上なら明部と判断する。係数 β の初期値は暗部ならば0.5、明部ならば1.5が設定される。係数 β は全ての低周波成分に対して同一の値が用いられる。

【0089】制御部115の制御に基づき、強調処理がなされた低周波成分と、通常の高周波成分がG信号逆ウェーブレット変換部905に転送されてG信号が再構成される。誤差算出部906では、再構成されたG信号の濃度範囲を調査し、所定の範囲を逸脱する画素数の割合※

$$\tau_j \leq \frac{M_{\max} - M_{\max} \left(\frac{g_j^a}{M_{\max}} \right)^{\beta}}{g_{j,k} - g_j^a}$$

【0092】ここで、 j は高周波成分の領域の番号を、 k は5~16の要素を、 g_j^a は j 番目の領域の平均濃度を意味する。(17)式は、与えられた係数 β に対して、各領域の濃度レンジが所定の範囲を逸脱しない条件を示す。G信号高周波用バッファ107の高周波成分は、高周波強調部901にて前記係数 γ で乗算される。この後、R信号相関係数算出部108はR信号用バッファ102内のR信号とG信号低周波用バッファ106内のG信号の低周波成分との間で色相関係数を算出する。同様にB信号相関係数算出部109は、B信号用バッファ103内のB信号とG信号低周波用バッファ106内のG信号の低周波成分との間で色相関係数を算出する。各々の色相関係数は、R信号高周波生成部110とB信号高周波生成部111へ転送され、高周波強調部904内の強調処理されたG信号の高周波成分と乗算され、R信号およびB信号の高周波成分が合成される。R信号逆ウェーブレット変換部112では、R信号低周波強調部901内の強調された低周波成分と、R信号高周波生成部110で合成されたR信号の高周波成分とに基づいて逆ウェーブレット変換を行い、高精細なR信号を出力部114へ転送する。同様に、B信号逆ウェーブレット変換部113はB信号低周波強調部902内の強調された低周波成分と、B信号高周波生成部111で合成された

* 定しているために $M_{\max} = 255$ となる。

【0087】

【数5】

(16)

※を調査する。第4実施形態と同様にして、最適な係数 β が求められる。この係数 β は、制御部115を介してR信号低周波強調部901とB信号低周波強調部902へ転送され、(16)式と同様にして低周波成分のレンジが拡張される。

【0090】次に、制御部115はG信号高周波強調部904を起動する。G信号高周波強調部904では図11の(d)に示されるように、G信号の高周波成分 G_{1H} 、 G_{1L} 、 G_{1M} が所定のサイズ、例えば 4×4 に対応する領域に分割され、その成分 $g_{j,5} \sim g_{j,16}$ が抽出される。そしてこの領域ごとに、強調のための係数 γ_j が次式により算出される。

【0091】

【数6】

(17)

B信号の高周波成分とに基づいて逆ウェーブレット変換を行い、高精細なB信号を出力部114へ転送する。また、G信号逆ウェーブレット変換部905のG信号も出力部114へ出力され、出力部114からはRGB三信号が出力される。

【0093】前記したように第5実施形態では、入力信号のうち最も画素数の多いG信号をウェーブレット変換により高周波と低周波に分解し、この高周波成分と低周波成分を強調処理する。その後、G信号の本来の低周波成分と他の信号間で相関係数を求め、この相関係数を強調処理したG信号の高周波成分と乗算することで他の信号の高周波成分を生成する。また、G信号の低周波成分と同様な強調処理を他の信号に対しても行う。高周波成分と低周波成分を最適に強調処理した後に高周波成分を領域ごとに適用的に生成するため、拡張されたダイナミックレンジと強調されたコントラストを持つ高精細な出力信号が得られる。また、拡張処理による誤差の発生を予め調査してパラメータを制御し、かつ強調処理のパラメータも併せて制御しているため、不自然な強調が発生しにくい。

【0094】なお、第5実施形態では強調処理のための係数 β を誤差の割合が閾値を超えないように自動的に調整しているが、これに限定される必要はない。手動で係

数 β を決めることも可能であり、この場合は誤差算出部906を省略することができる。

1. なお、前記した具体的実施形態には以下の構成の発明が含まれている。

(構成1) 複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、情報量が多い分光感度特性の信号を低周波成分と高周波成分とに分解する周波数分解手段と、この周波数分解手段から得られた低周波成分と、情報量が少ない分光感度特性の信号との間で相関係数を算出する相関係数算出手段と、この相関係数算出手段から得られた相関係数と、前記周波数分解手段から得られた高周波成分に基づいて、情報量が少ない分光感度特性の信号の高周波成分を生成する高周波生成手段と、この高周波生成手段から得られた高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信号とを合成して高精細な出力信号を出力する周波数合成手段と、を有することを特徴とする信号処理装置。

(構成2) 構成1において、前記情報量が多い分光感度特性の信号が輝度信号に相当し、この信号以外の信号が色信号に相当することを特徴とする信号処理装置。

(構成3) 構成1において、前記周波数分解手段および前記高周波合成手段は、基底関数としてHarr関数またはDaubechies関数を用いて直交ウェーブレット変換または双直交ウェーブレット変換を行なうことを特徴とする信号処理装置。

(構成4) 構成1において、前記相関係数算出手段は、複数の分光感度特性の信号間の色相関に基づき相関係数を算出することを特徴とする信号処理装置。

(構成5) 構成1において、周波数分解手段および周波数合成手段は、所定サイズの領域ごとにDCT変換、フーリエ変換、アダマール変換の何れか一つの直交変換を用いることを特徴とする信号処理装置。

(構成6) 複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、分布が局所的な関数を基底関数として信号を複数の周波数成分に分解する周波数分解手段と、この周波数分解手段から得られた複数の周波数成分の係数から、情報量が多い分光感度特性の信号の第一の所定領域に対応する周波数成分と、情報量が少ない他の分光感度特性の信号の第二の所定領域に対応する周波数成分とを抽出する抽出手段と、この抽出手段から得られた前記第一の所定領域と前記第二の所定領域の周波数成分間で、相似性の度合いを算出する相似性算出手段と、この相似性算出手段から得られた相似性の度合いに基づき、前記第二の所定領域に対し最も相似性が高い前記第一の所定領域を探索する探索手段と、この探索手段から得られた前記第一の所定領域に関する高周波成分から、相似

性の度合いに基づき前記第二の所定領域の高周波成分を生成する高周波生成手段と、この高周波生成手段から得られた高周波成分と情報量が少ない分光感度特性の信号とを合成して高精細な出力信号を出力する周波数合成手段と、を具備することを特徴とする信号処理装置。

(構成7) 構成6において、前記周波数分解手段および前記高周波合成手段は、基底関数としてHarr関数またはDaubechies関数を用いて直交ウェーブレット変換または双直交ウェーブレット変換を行なうことを特徴とする信号処理装置。

(構成8) 複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、情報量が多い分光感度特性の信号を低周波成分と高周波成分とに分解する周波数分解手段と、この周波数分解手段によって分解された高周波成分に対し、1より大なる係数 α を乗算する高周波強調手段と、この高周波強調手段で強調された高周波成分と前記低周波成分とを合成して得られる信号が所定の範囲を逸脱している割合を算出する誤差算出手段と、この誤差算出手段による算出結果に基づき、前記係数 α の値を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする信号処理装置。

(構成9) 複数の分光感度特性のうち、少なくとも1つの分光感度特性に関する信号の情報量が他の分光感度特性に関する信号の情報量より多い信号を処理する信号処理装置において、情報量が多い分光感度特性の信号を低周波成分と高周波成分とに分解する周波数分解手段と、この周波数分解手段によって分解された低周波成分に対し、正規化された信号を係数 β でべき乗して強調する基準信号低周波強調手段と、この基準信号低周波強調手段によって強調された低周波成分と、前記高周波成分とを合成し、合成された信号が所定の範囲を逸脱している割合を算出する誤差算出手段と、この誤差算出手段による算出結果に基づき、前記係数 β の値を制御する制御手段と、前記周波数分解手段によって分解された高周波成分を所定の領域に分割し、分割された各領域ごとに、前記基準信号低周波強調手段で用いた係数 β から所定の関係式により導かれる係数 γ を乗算する基準信号高周波強調手段と、情報量の少ない分光感度特性の信号に対し、正規化された信号を前記係数 β でべき乗する従属信号低周波強調手段と、を具備することを特徴とする信号処理装置。

2. 前記した構成の発明が解決しようとする課題は以下の通りである。

(構成1乃至4) 従来技術は、線形補間や輝度信号を補正したもので置換することで色信号を補っているのみで、高精度な色信号の補正という点については対応することができない。本発明はこの点に着目し、色信号の高周波成分を高精度で補正できる信号処理装置を提供する

ことを目的とする。

(構成5) 従来技術は、線形補間や輝度信号を補正したもので置換することで色信号を補っているのみで、高精度な色信号の補正という点については対応することができない。本発明はこの点に着目し、必要とするメモリ容量が少ない装置構成で色信号の高周波成分を高精度で補正できる信号処理装置を提供することを目的とする。

(構成6、7) 従来技術は、色信号を隣接画素を用いて補間したり、同一座標上にある輝度信号を補正したもので置換することで色信号を補っているのみで、エッジなどで信号の連続性が損なわれる場合や輝度信号との相関性が低い場合については対応することができない。本発明はこの点に着目し、連続性が損なわれる場合や相関性が低い場合でも色信号の高周波成分を補正できる信号処理装置を提供することを目的とする。

(構成8) 従来技術は、線形補間や輝度信号を補正したもので置換することにより色信号を補っているのみで、入力信号以上の高周波成分を生成するという点については対応することができない。本発明はこの点に着目し、入力信号以上の高周波成分を生成してコントラストを強調し視覚的に良好な出力信号が得られる信号処理装置を提供することを目的とする。

(構成9) 従来技術は、線形補間や輝度信号を補正したもので置換することで色信号を補っているのみで、高周波成分と低周波成分の最適な補正という点については対応することができない。本発明はこの点に着目し、ダイナミックレンジの拡張とコントラスト強調を行い高精細な出力信号が得られる信号処理装置を提供することを目的とする。

3. 前記した構成の発明に対応する実施形態、作用、効果は以下の通りである。

(構成1乃至4)

(対応する発明の実施形態) この発明に係る実施形態には、少なくとも前記した第1の実施形態が対応する。構成中の周波数分解手段には、図1及び図3に示されるウェーブレット変換部105が該当する。ウェーブレット変換の基底関数としては図4に示すHarr関数が該当するが、Daubechies関数などの直交ウェーブレット関数や双直交ウェーブレット関数なども含む。構成中の相関係数算出手段には、図1のR信号相関係数算出部108、B信号相関係数算出部109が該当する。ここで相関係数算出手段は、複数の分光感度特性の出力信号間の色相関に基づき相関係数を算出することを含む。構成中の高周波生成手段には、図1のR信号高周波生成部110、B信号高周波生成部111が該当する。構成中の周波数合成手段には、図1及び図6に示すR信号逆ウェーブレット変換部112、B信号逆ウェーブレット変換部113が該当する。

【0095】この発明に係る信号処理装置の好ましい適用例は以下の通りである。図1に示す入力部101から

の画像信号をR信号用バッファ102、B信号用バッファ103、G信号用バッファ104に保存し、最も画素数の多いG信号用バッファ104中のG信号をウェーブレット変換部105へ転送して高周波成分と低周波成分に周波数分解する。次に、この低周波成分とR信号およびB信号間の相関係数をR信号相関係数算出部108とB信号相関係数算出部109で算出し、得られた相関係数をR信号高周波生成部110とB信号高周波生成部111にてG信号の高周波成分と乗算することでR信号とB信号の高周波成分を生成する。そして、この生成された高周波成分と本来のR信号およびB信号をR信号逆ウェーブレット変換部112とB信号逆ウェーブレット変換部113にて合成する。

【0096】(作用) 入力信号のうち情報量が多い分光感度特性に関する信号(ここでは最も画素数の多いG信号)をウェーブレット変換などの周波数分解により高周波と低周波に分解する。このうち低周波成分を用いて情報量が少ない他の分光感度特性の信号(ここではR、B信号)との相関係数を求め、この相関係数をG信号の高周波成分と乗算することで、他の信号としてのR、B信号の高周波成分を生成する。

【0097】(効果) 低周波成分については本来の信号をそのまま用い、高周波成分については画素単位で適用的に生成して付加するようにしたので、色信号の高周波成分を高精度で補正することができ、エラーの発生が少なく高精細な出力画像が得られる。また、周波数分解手段としてウェーブレット変換を用いた場合は近傍画素の情報と共有し合うため、画素単位で高周波成分を制御しても連続性がよく、高画質な再生画像が得られる。また、周波数情報と位置情報が同時に得られるため、画素単位で相関係数を算出することで高周波成分が適用的に合成される。

(構成5)

(対応する発明の実施の形態) この発明に係る実施形態には、前記した第2実施形態が対応する。構成中の周波数分解手段には、図7の入力切替部505、DCT変換部506、出力切替部507が該当する。また、構成中の周波数合成手段には、図7の入力切替部515、逆DCT変換部516、出力切替部517が該当する。

【0098】この発明に係る信号処理装置の好ましい適用例は以下の通りである。図7に示す入力部501からの画像信号をR信号用バッファ502、G信号用バッファ503、B信号用バッファ504にて保存し、所定サイズの領域ごとにDCT変換部506にて高周波成分と低周波成分に周波数分解する。次に、最も画素数の多いG信号の低周波成分とR信号およびB信号の低周波成分間の相関係数をR信号相関係数算出部511とB信号相関係数算出部512で算出し、これらの相関係数をR信号高周波生成部513とB信号高周波生成部514にてG信号の高周波成分と乗算することでR信号およびB信

号の高周波成分を生成する。そして、この生成された高周波成分と本来の R 信号および B 信号の低周波成分を逆 DCT 変換部 516 にて合成する。

【0099】（作用）入力信号を所定サイズの領域ごとに例えば DCT 変換することにより高周波と低周波に分解する。この低周波成分を用いて最も画素数の多い G 信号と他の信号としての R、B 信号との相関係数を求め、この相関係数を G 信号の高周波成分と乗算することで R、B 信号の高周波成分を生成する。

【0100】（効果）小サイズの領域ごとに周波数分解および合成を行うため、必要となるメモリ容量が少ない装置構成が可能となる。また、低周波成分は本来の信号をそのまま使い、高周波成分については画素単位で適用的に生成して付加するようにしたので、色信号の高周波成分を高精度で補正することができ、エラーの発生が少なく高精細な出力画像が得られる。

（構成 6、7）

（対応する発明の実施の形態）この発明に係る実施形態には、前記した第 3 実施形態が対応する。構成中の周波数分解手段には、図 10 に示されるウェーブレット変換部 706 が該当する。ウェーブレット変換の基底関数としては、図 4 に示す Harr 関数が該当するが、Daubechies 関数などの直交ウェーブレット関数や双直交ウェーブレット関数なども含む。構成中の抽出手段には、図 10 の R 信号選択部 711、B 信号選択部 712、B 信号選択部 713 が該当する。構成中の相似性算出手段には、図 10 の R 信号誤差算出部 715、B 信号誤差算出部 716 が該当する。構成中の探索手段には、図 10 の R 信号最小誤差探索部 717、B 信号最小誤差探索部 718 が該当する。構成中の高周波生成手段には、図 10 の R 信号高周波生成部 719、B 信号高周波生成部 720 が該当する。構成中の周波数合成手段には、図 10 に示す逆ウェーブレット変換部 722 が該当する。

【0101】この発明に係る信号処理装置の好ましい適用例は以下の通りである。図 10 に示す入力部 701 からの画像信号を R 信号用バッファ 702、G 信号用バッファ 703、B 信号用バッファ 704 にて保存し、各バッファ中の信号をウェーブレット変換部 706 へ転送して高周波成分と低周波成分に周波数分解する。次に、最も画素数の多い G 信号の低周波成分と R 信号および B 信号間の低周波成分とで形状の相似性の度合いを、所定サイズの領域ごとに R 信号誤差算出部 715 と B 信号誤差算出部 716 で算出し、最も相似性の高い領域を R 信号最小誤差探索部 717 と B 信号最小誤差探索部 718 で求める。次に、この領域に対応する G 信号の高周波成分を R 信号高周波生成部 719 と B 信号高周波生成部 720 にて相似性の度合いに応じて補正し、この補正された高周波成分と本来の R 信号および B 信号の低周波成分を逆ウェーブレット変換部 722 にて合成する。

【0102】（作用）分布が局所的な関数を基底関数と

した周波数分解、例えば、ウェーブレット変換により入力信号を複数の周波数成分に分解する。次に、情報量が多い分光感度特性の信号（ここでは最も画素数の多い G 信号）の低周波成分と、情報量が少ない他の分光特性の信号（ここでは R、B 信号）の低周波成分間で形状の類似する領域を探索し、この領域の G 信号の高周波成分を形状の相似性の度合いに応じて補正することで R、B 信号の高周波成分を生成する。

【0103】（効果）形状の相似性に基づき高周波成分を生成するため、エッジなどで信号の連続性が損なわれる場合や G 信号との相関性が低い場合についても高周波成分を得ることができ、多様な画像に関しても良好な出力画像が得られる。

（構成 8）

（対応する発明の実施の形態）この発明に係る実施形態には、前記した第 4 実施形態が対応する。構成中の高周波強調手段には、図 15 の高周波強調部 801 が該当する。構成中の誤差算出手段には、図 15 の G 信号逆ウェーブレット変換部 802、誤差算出部 803 が該当する。構成中の制御手段には、図 15 の制御部 115 が該当する。

【0104】この発明に係る信号処理装置の好ましい適用例は以下の通りである。図 15 に示す G 信号用バッファ 104 中の G 信号をウェーブレット変換部 105 へ転送して高周波成分と低周波成分に周波数分解し、高周波成分を高周波強調部 801 にて係数 α を乗算することで強調する。次に、この強調された高周波成分と低周波成分を G 信号逆ウェーブレット変換部 802 で再構成し、この再構成画像が規定の濃度範囲を逸脱している割合を誤差算出部 803 にて算出する。そして、制御部 115 により誤差が所定の閾値を超えないよう係数 α の値を制御し、強調された高周波成分を用いて R 信号および B 信号の強調された高周波成分を生成し、強調された高周波成分と低周波成分から R、G、B 三信号を再構成する。

【0105】（作用）入力信号のうち情報量が多い分光感度特性の信号（ここでは最も画素数の多い G 信号）をウェーブレット変換または DCT 変換などの周波数分解手段によって高周波成分と低周波成分に分解する。このうち高周波成分を係数 α を乗算することで強調し、さらに強調処理した高周波成分を用いて原信号を再構成し、誤差の程度に基づき係数 α の値を制御する。この後、G 信号の低周波成分と情報量の少ない他の分光特性の信号（ここでは R、B 信号）との相関係数を求め、この相関係数を G 信号を強調処理した高周波成分と乗算することで R、B 信号を強調処理した高周波成分を生成する。

【0106】（効果）コントラストが強調された視覚的に良好な出力信号が得られる。また、強調処理による誤差の発生を予め調査しているため、不自然な強調が発生しにくい。また、周波数分解手段としてウェーブレット変換を用いた場合は近傍画素の情報を共有し合うために

連続性がよく高画質な再生画像が得られる。一方、周波数分解手段としてDCT変換を用いた場合はメモリ容量を小さくできる効果を奏する。

(構成9)

(対応する発明の実施の形態) この発明に係る実施形態には、前記した第5実施形態が対応する。構成中の基準信号低周波強調手段には、図17のG信号低周波強調部903が該当する。構成中の誤差算出手段には、図17のG信号逆ウェーブレット変換部905、誤差算出部906が該当する。構成中の制御手段には、図17の制御部115が該当する。構成中の基準信号高周波強調手段には、図17のG信号高周波強調部904が該当する。構成中の従属信号低周波強調手段には、図17のR信号低周波強調部901、B信号低周波強調部902が該当する。

【0107】この発明に係る信号処理装置の好ましい適用例は以下の通りである。図17に示すG信号用バッファ104中のG信号をウェーブレット変換部105へ転送して高周波成分と低周波成分に周波数分解する。次に、正規化された低周波成分に対してG信号低周波強調部903にて係数 β をベキ乗することでダイナミックレンジを拡張し、この拡張された低周波成分と高周波成分をG信号逆ウェーブレット変換部905で再構成する。次に、この再構成画像が規定の濃度範囲を逸脱している割合を誤差算出部906にて算出し、制御部115により誤差が所定の閾値を超えないよう係数 β の値を制御する。次に、適切に拡張された低周波成分に対応して所定サイズの領域ごとに高周波成分を係数 β から所定の関係式により導かれる係数 γ を乗算することで強調する。次に、正規化されたR信号およびB信号の低周波成分をR信号低周波強調部901とB信号低周波強調部902にて前記を係数 β を用いてベキ乗し、強調されたG信号の高周波成分を用いてR信号およびB信号の強調された高周波成分を生成する。そして、強調された高周波成分とダイナミックレンジが拡張された低周波成分からR、G、B三信号を再構成する。

【0108】(作用) 入力信号のうち情報量が多い分光感度特性の信号(ここでは最も画素数の多いG信号)をウェーブレット変換またはDCT変換などの周波数分解手段によって高周波成分と低周波成分に分解する。このうち低周波成分を正規化して係数 β でベキ乗することでダイナミックレンジを拡張し、さらに拡張した低周波成分を用いて原信号を再構成し、誤差の程度に基づき係数 β の値を制御する。その後、G信号の高周波成分を係数 β から所定の関係式により導かれる係数 γ を乗算することで強調する。G信号の低周波成分と、情報量の少ない他の分光感度特性の信号(ここではR、B信号)との相関係数を求め、この相関係数をG信号を強調処理した高周波成分と乗算することでR、B信号を強調処理した高周波成分を生成する。さらに、G信号の低周波成分に対

して適切に制御された係数 β でR、B信号の低周波成分のダイナミックレンジを拡張する。最後に、強調された高周波成分とダイナミックレンジを拡張された低周波成分からR、G、B三信号を再構成する。

【0109】(効果) 拡張されたダイナミックレンジと強調されたコントラストを持つ高精細な出力信号が得られる。また、拡張処理による誤差の発生を予め調査してパラメータを制御し、かつ強調処理のパラメータも併せて制御しているため、不自然な強調が発生しにくい。また、周波数分解手段としてウェーブレット変換を用いた場合は近傍画素の情報を共有し合うために連続性がよく高画質な再生画像が得られる。一方、周波数分解手段としてDCT変換を用いた場合はメモリ容量を小さくできる効果を奏する。

【0110】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、色信号の高周波成分を高精度で補正できる信号処理装置を提供することができる。請求項2に記載の発明によれば、連続性が損なわれる場合や相関性が低い場合でも色信号の高周波成分を補正できる信号処理装置を提供することができる。請求項3に記載の発明によれば、コントラストが強調された視覚的に良好な出力信号が得られる信号処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る信号処理装置の構成を示す図である。

【図2】二板式CCD入力部の説明図である。

【図3】ウェーブレット変換部の構成を示す図である。

【図4】Harr関数に関する説明図である。

【図5】第1実施形態における信号処理の流れを示す図である。

【図6】逆ウェーブレット変換部の構成を示す図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る信号処理装置の構成を示す図である。

【図8】単板式CCD入力部の説明図である。

【図9】第2実施形態における信号処理の流れを示す図である。

【図10】本発明の第3実施形態に係る信号処理装置の構成を示す図である。

【図11】周波数成分による類似領域探索の説明図である。

【図12】係数の再配置に関する説明図である。

【図13】類似領域探索のフローチャートである。

【図14】第3実施形態における信号処理の流れを示す図である。

【図15】本発明の第4実施形態に係る信号処理装置の構成を示す図である。

【図16】係数 α の決定法の説明図である。

【図17】本発明の第4実施形態に係る信号処理装置の

構成を示す図である。

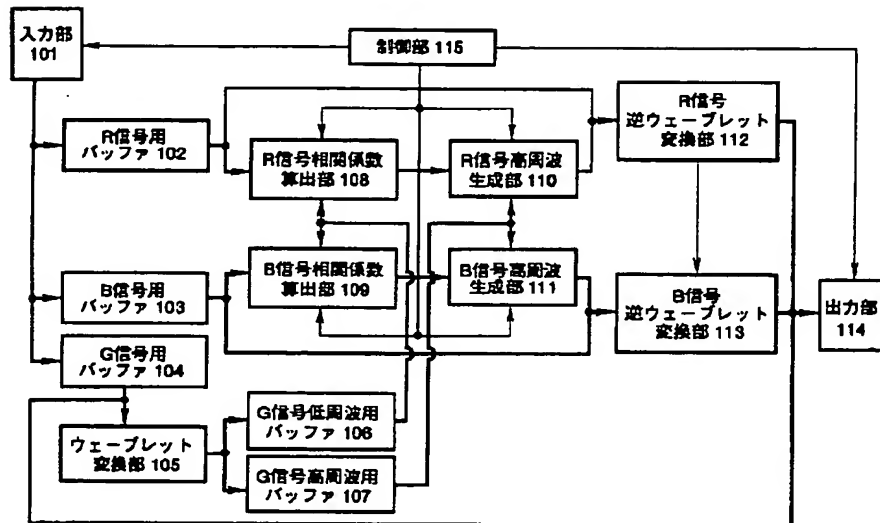
【図18】単板式撮像素子のフィルタ配置を示す図である。

【符号の説明】

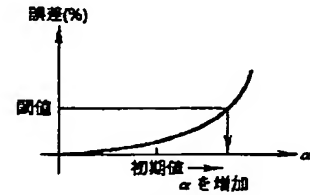
101…入力部、102…R信号用バッファ、103…B信号用バッファ、104…G信号用バッファ、105*

*…ウェーブレット変換部、106…G信号低周波用バッファ、107…G信号高周波用バッファ、108…R信号相関係数算出部、109…B信号相関係数算出部、110…R信号相関係数算出部、111…B信号高周波生成部、112…R信号逆ウェーブレット変換部、113…B信号逆ウェーブレット変換部、114…出力部。

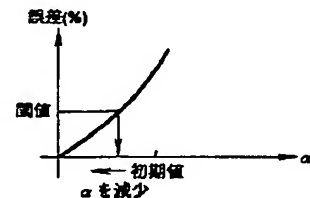
【図1】



【図16】

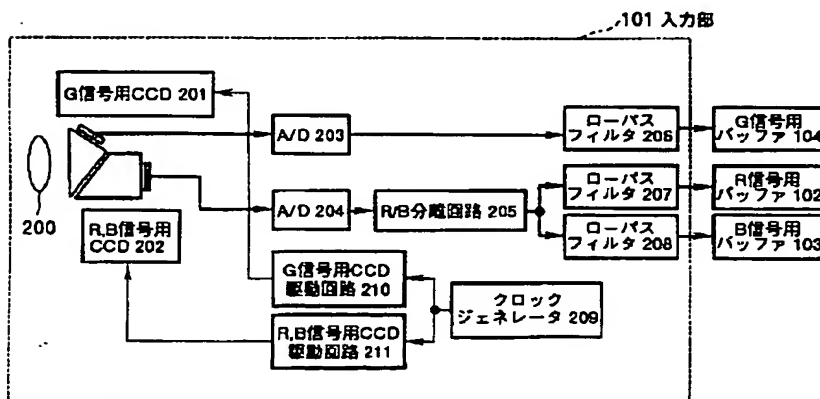


(a)

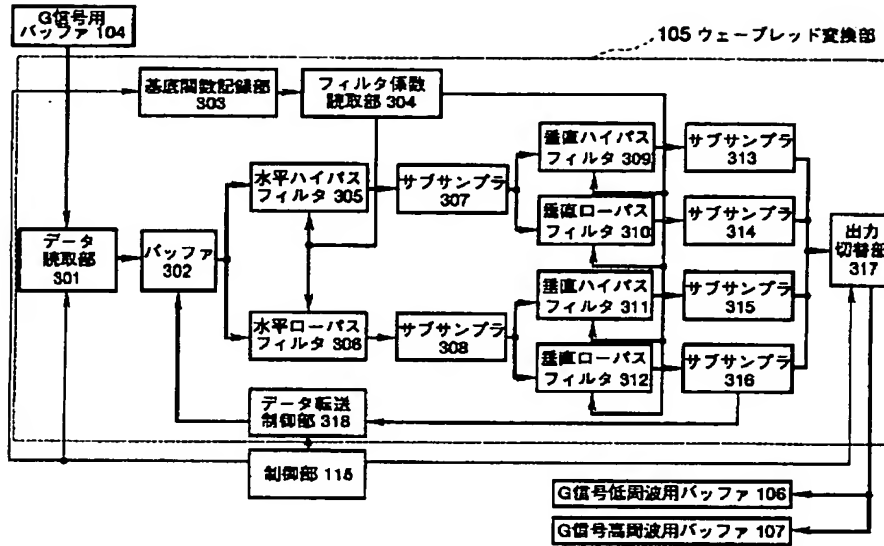


(b)

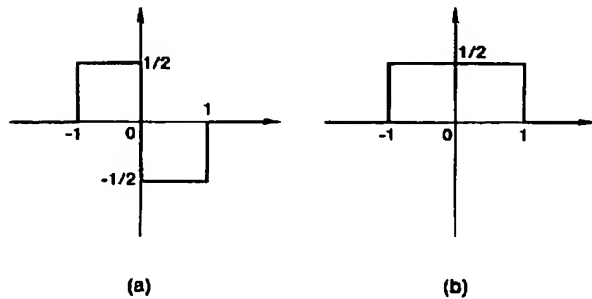
【図2】



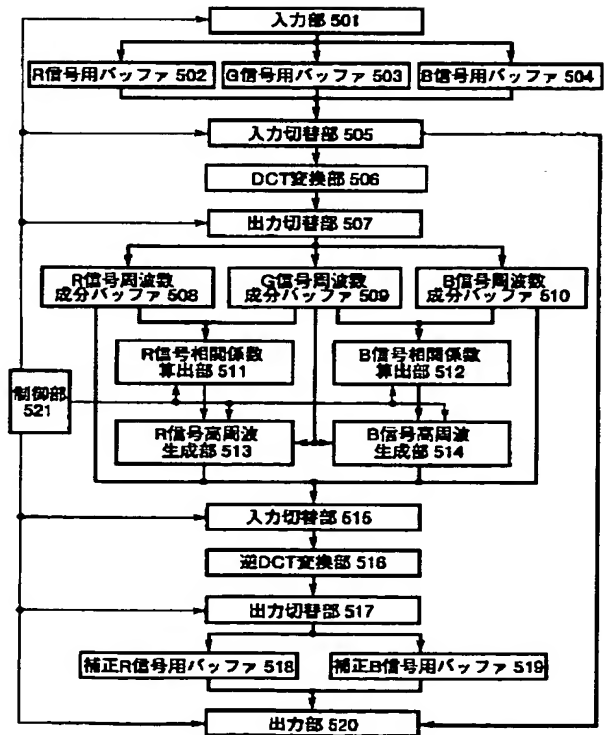
【図3】



【図4】



【図7】



【図18】

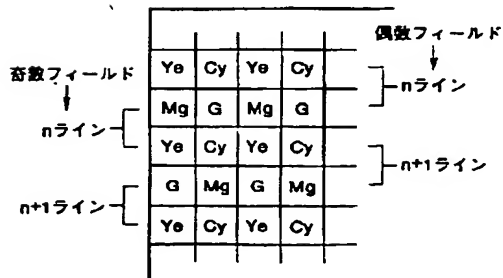
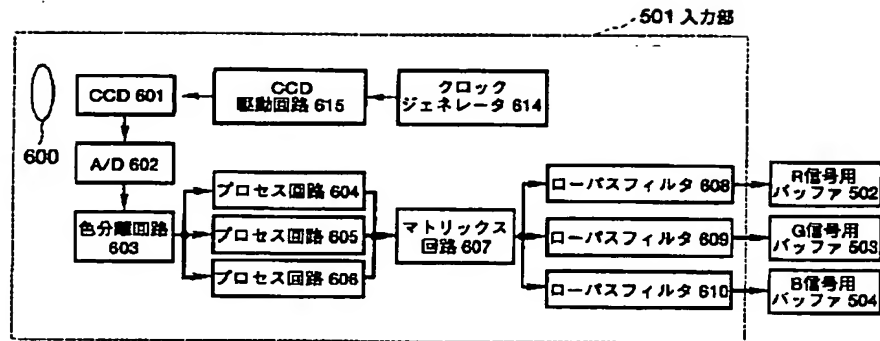


Figure 1 is a block diagram of the proposed system. It consists of several interconnected blocks labeled (a) through (g). Block (a) is the input 'G信号 G_{0LL} '. It splits into two paths: one to block (c) '低周波成分 G_{1LL} ' and another to block (d). Block (d) is a high-pass filter that outputs two components: '高周波成分 G_{1HL} ' and '高周波成分 G_{1HH} '. Block (c) outputs '低周波成分 G_{1LL} ', which is then input to block (f). Block (f) is another high-pass filter that outputs '高周波成分 R_{1HL} ' and '高周波成分 R_{1HH} '. Block (e) is a block that outputs the '相関係数 $\epsilon_{R,G}$ ', which is then input to block (g). Block (g) is a high-pass filter that outputs the final '生成された高精細なR信号 R_{0LL} '. The diagram illustrates the flow of signals from the input G signal through various frequency components and correlation coefficients to produce the final high-resolution R signal.

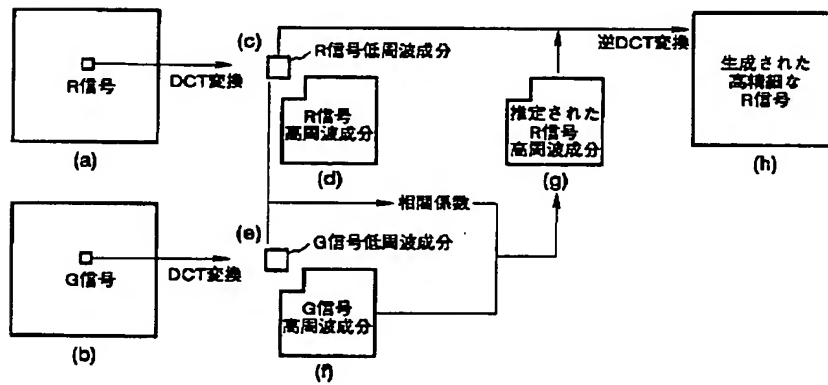
Figure 1 is a block diagram of a signal processing system. The system includes the following components and connections:

- Input Section:**
 - R信号高周波生成部 110** (R-signal high-frequency generator) and **R信号用バッファ 102** (R-signal buffer) are connected to the **データ読取部 401** (data acquisition unit).
 - R信号遅ウェーブレット変換部 112** (R-signal delay wavelet conversion unit) is connected to the **入力切替部 402** (input selector).
 - 制御部 115** (control unit) is connected to the **データ読取部 401**, **入力切替部 402**, **データ転送制御部 418** (data transfer control unit), and **出力切替部 417** (output selector).
- Processing Section:**
 - The **データ読取部 401** outputs to the **入力切替部 402**.
 - The **入力切替部 402** outputs to four parallel channels:
 - Channel 1: **アップサンプラ 405** (up-sampler) → **垂直ハイパスフィルタ 409** (vertical high-pass filter).
 - Channel 2: **アップサンプラ 406** (up-sampler) → **垂直ローパスフィルタ 410** (vertical low-pass filter).
 - Channel 3: **アップサンプラ 407** (up-sampler) → **垂直ハイパスフィルタ 411** (vertical high-pass filter).
 - Channel 4: **アップサンプラ 408** (up-sampler) → **垂直ローパスフィルタ 412** (vertical low-pass filter).
 - The outputs of filters 409, 410, 411, and 412 are connected to the **データ転送制御部 418**.
 - The **データ転送制御部 418** outputs to the **出力切替部 417**.
 - Separately, the **基底関数記憶部 403** (basis function memory) is connected to the **フィルタ係数読取部 404** (filter coefficient reading unit).
 - The **フィルタ係数読取部 404** outputs to **アップサンプラ 413** (up-sampler).
 - The **アップサンプラ 413** outputs to **水平ローパスフィルタ 415** (horizontal low-pass filter).
 - The **アップサンプラ 414** (up-sampler) also outputs to a **水平ローパスフィルタ 415** (horizontal low-pass filter).
- Output Section:**
 - The **出力切替部 417** receives inputs from the data transfer control unit 418 and the horizontal low-pass filters 415, and outputs to the **出力部 114** (output unit).

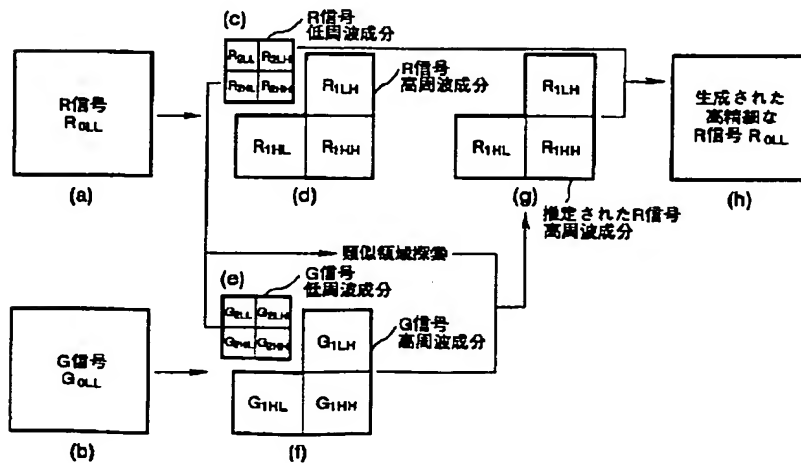
【図8】



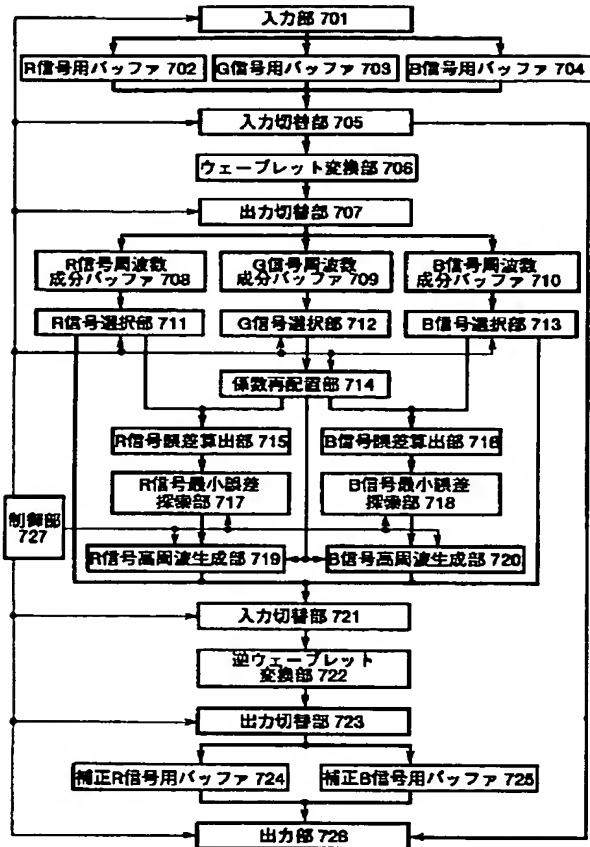
【図9】



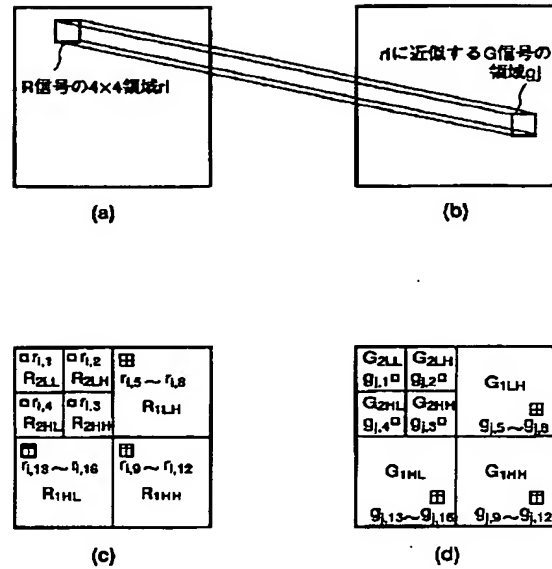
【図14】



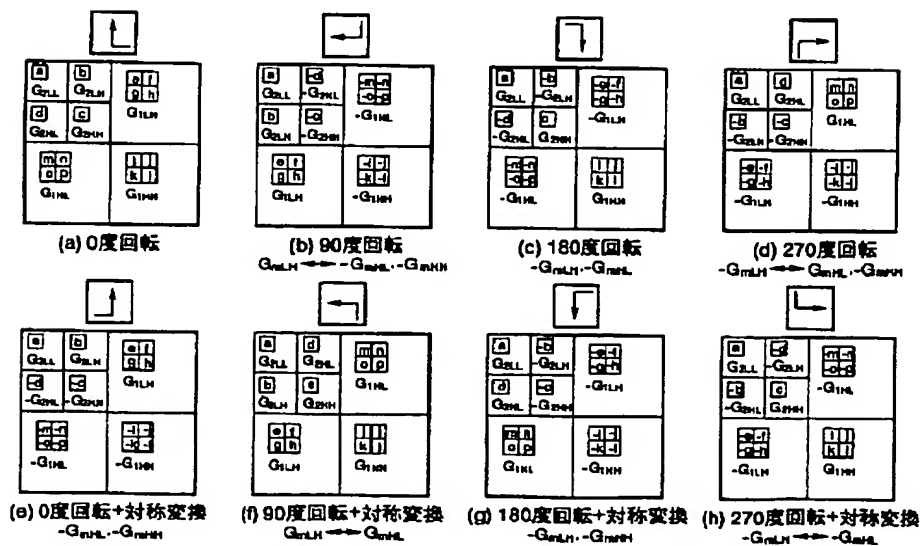
【図10】



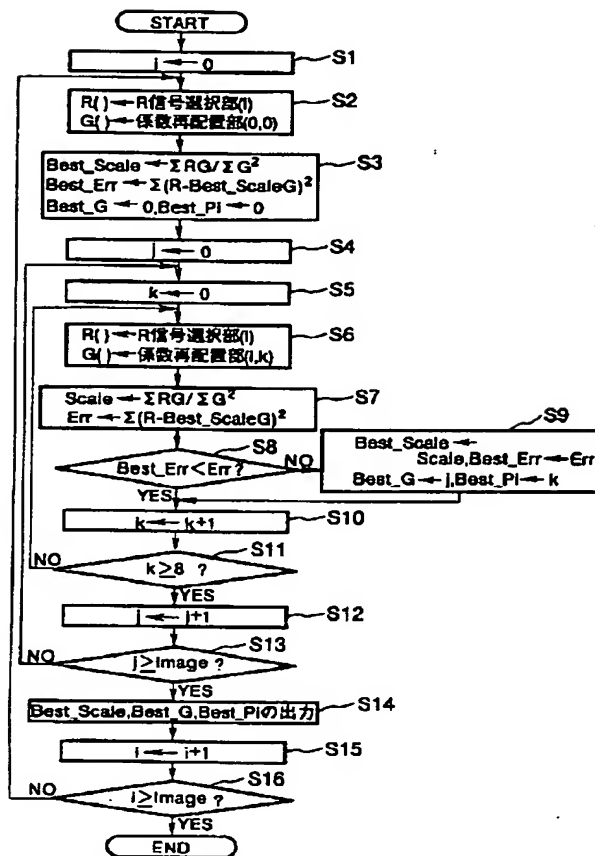
【図11】



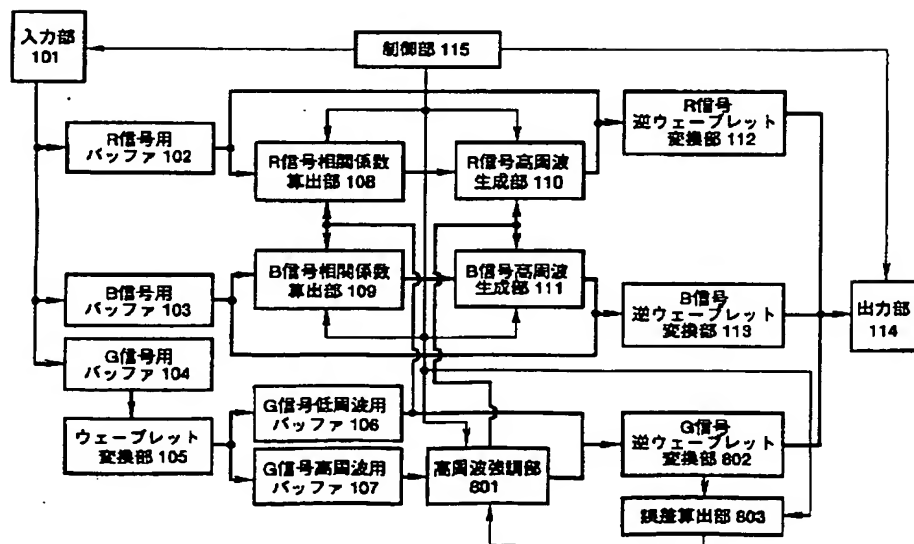
【図12】



【図13】



【図15】



【図17】

